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 30ME SESSION

AJACCIO

— 1901 —

SECONDE PARTIE

NOTES ET MÉMOIRES

PARIS

AU SECRÉTARIAT DE L'ASSOCIATION

28, rue Serpente (Hôtel des Sociétés savantes)

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

120, boulevard Saint-Germain.

—

1902

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

NOTES ET MÉMOIRES

M. Éd. COLLIGNON

Inspecteur général des Ponts et Chaussées, à Paris.

PROBLÈME DE GÉOMÉTRIE [O 2 e]

— Séance du 9 septembre —

§ 1er. — Problème général.

On demande de construire une courbe AB *(fig. 1)*, telle qu'il y ait une relation donnée entre le rayon de courbure ρ de cette courbe en un point M, et la longueur N de la portion MN de normale au même point, comprise entre le point M et la droite fixe OX, que l'on prendra pour axe des abscisses x. Nous supposerons l'axe des ordonnées y perpendiculaire à l'axe OX, en un point quelconque O, pris pour origine.

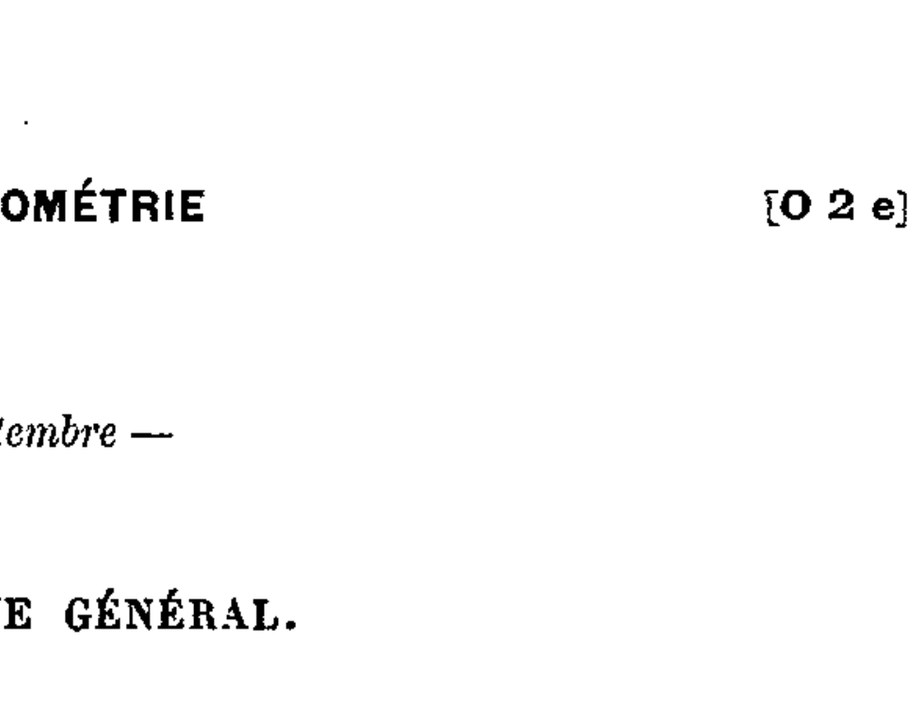


Fig. 1.

Soit $$\rho = f(N) \qquad (1)$$

la relation donnée. Menons au point M la tangente MR, et soit α l'angle

MRX qu'elle fait avec l'axe OX. Cet angle se retrouve en PMN, MP étant l'ordonnée y du point M. On a donc

$$N = \frac{y}{\cos \alpha}.$$

L'arc élémentaire ds de la courbe est égal à la fois à $\rho d\alpha$ et à $\frac{dy}{\sin \alpha}$; car ds projeté sur OY est égal à dy. On a donc

$$dy = ds \sin \alpha = \rho \sin \alpha d\alpha,$$

et on en déduit $$\rho = \frac{dy}{\sin \alpha \, d\alpha} = - \frac{dy}{d(\cos \alpha)}.$$

La relation (1) se transforme, par la substitution de $\frac{y}{\cos \alpha}$ à N et de $- \frac{dy}{(d \cos \alpha)}$ à ρ, en l'équation

$$\frac{dy}{d(\cos \alpha)} = - f\left(\frac{y}{\cos \alpha}\right),$$

ce qu'on peut écrire sous la forme suivante, en posant $\cos \alpha = u$,

$$\frac{dy}{du} = - f\left(\frac{y}{u}\right), \tag{2}$$

équation homogène, qui exprime le rapport des différentielles par une fonction donnée du rapport des variables elles-mêmes.

On intègre l'équation (2) en prenant pour nouvelle variable le rapport $v = \frac{y}{u}$. Mais ce rapport n'est autre que le rapport $\frac{y}{\cos \alpha}$, c'est-à-dire n'est autre que la normale N. La variable v représente en définitive cette normale ; nous conserverons la nouvelle notation pour la facilité de l'écriture. Il vient, en différenciant le produit vu,

$$dy = d(vu) = vdu + udv,$$

et l'équation (2) devient

$$\frac{dy}{du} = v + u \frac{dv}{du} = - f(v).$$

Les variables se séparent et l'on a à intégrer l'équation différentielle

$$\frac{du}{u} + \frac{dv}{v + f(v)} = 0.$$

On obtient pour intégrale générale, avec une constante arbitraire C,

$$u = Ce^{-\int \frac{dv}{v+f(v)}}, \text{ à joindre à l'équation } y = uv. \tag{3}$$

Dans ces équations on remplacera u par $\cos\alpha = \frac{dx}{ds}$, puis ds par $\sqrt{dx^2 + dy^2}$, et v par $y\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}$. L'équation résultant ne contiendra pas la variable x en dehors de sa différentielle dx. On pourra la résoudre par rapport à dx, et une nouvelle quadrature suffira pour achever la solution.

L'équation (3) exprime $\cos\alpha$ en fonction de la normale v ; soit $\cos\alpha = \Phi(v)$. Cette équation conduit à la détermination de la courbe qui, en roulant sur l'axe OX, engendrera la courbe cherchée par le mouvement du point M invariablement rattaché à la courbe roulante. Prenons ce point M pour pôle, MN $= v$ pour rayon vecteur, et appelons θ l'angle polaire formé par MN avec une direction arbitraire, mais fixe par rapport à la courbe roulante; l'angle ONM, que fait le rayon vecteur MN avec la tangente NO, est égal à $\frac{\pi}{2} - \alpha$, et l'on a par conséquent

$$\frac{vd\theta}{dv} = \cot\alpha.$$

Il en résulte, pour définir la courbe roulante, l'équation différentielle

$$\frac{vd\theta}{dv} = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{\Phi(v)}{\sqrt{1-\left(\Phi(v)\right)^2}}, \text{ ou bien } d\theta = \frac{\Phi(v)dv}{v\sqrt{1-\left(\Phi(v)\right)^2}},$$

de sorte que l'équation cherchée s'obtient par une quadrature.

Cette même fonction $\Phi(v)$, second membre de l'équation (3), permet aussi de trouver les coordonnées ξ et η du point C, centre de courbure de la courbe AB. On a en effet

$$\xi = x - \rho\sin\alpha = x - f(v)\sqrt{1-\left(\Phi(v)\right)^2},$$
$$\eta = y + \rho\cos\alpha = y + f(v)\Phi(v).$$

Supposons qu'on ait exprimé x et y en fonction de v, ou x, y, v en fonction d'une même variable ; il suffira d'éliminer cette variable entre les deux équations pour obtenir, en ξ et η, l'équation de la développée de la courbe AB, rapportée aux axes OX, OY.

Exemple de l'application de la méthode.

Posons la relation $$\rho = \frac{N^p}{a^{p-1}} = \frac{v^p}{a^{p-1}},$$

où nous supposerons positif l'exposant p. Le dénominateur a^{p-1} est choisi de manière à assurer l'homogénéité de la formule, en y introduisant une longueur représentée par a.

De l'équation $$f(v) = \frac{v^p}{a^{p-1}},$$

on tire $$v + f(v) = v + \frac{v^p}{a^{p-1}} = \frac{v(v^{p-1} + a^{p-1})}{a^{p-1}},$$

et l'on est conduit à intégrer la fonction

$$\frac{dv}{v(v^{p-1} + a^{p-1})} = \frac{1}{a^{p-1}}\left(\frac{dv}{v} - \frac{v^{p-2}dv}{v^{p-1} + a^{p-1}}\right).$$

Chacun des termes du second membre est immédiatement intégrable ; le second peut se mettre sous la forme

$$\frac{1}{p-1}\,\frac{d(v^{p-1} + a^{p-1})}{v^{p-1} + a^{p-1}},$$

et l'on a en définitive

$$\int \frac{dv}{v(v^{p-1} + a^{p-1})} = \frac{1}{a^{p-1}}\, l\, \frac{v}{(v^{p-1} + a^{p-1})^{\frac{1}{p-1}}}.$$

On obtient par conséquent pour l'équation (3)

$$u = \cos\alpha = Ce^{-l\frac{v}{(v^{p-1} + a^{p-1})^{\frac{1}{p-1}}}} = C\,\frac{(v^{p-1} + a^{p-1})^{\frac{1}{p-1}}}{v}.$$

Faisons quelques applications particulières de cette formule.

1° Soit $p = 2$. Il viendra $f(v) = \frac{v^2}{a}$, $\cos\alpha = C\,\frac{v+a}{v}$.

Si dans cette équation nous remplaçons v par $\frac{y}{\cos\alpha}$, il vient

$$\cos\alpha = \mathrm{C}\,\frac{\frac{y}{\cos\alpha}+a}{\frac{y}{\cos\alpha}} = \mathrm{C}\,\frac{y+a\cos\alpha}{y},$$

ou bien

$$y\cos\alpha = \mathrm{C}(y+a\cos\alpha).$$

Nous remplacerons $\cos\alpha$ par $\frac{dx}{\sqrt{dx^2+dy^2}}$, et nous aurons l'équation différentielle

$$ydx = \mathrm{C}\left(y\sqrt{dx^2+dy^2}+adx\right);$$

et, en résolvant par rapport à dx,

$$dx = \pm\frac{\mathrm{C}ydy}{\sqrt{(y-\mathrm{C}a)^2-\mathrm{C}^2y^2}},$$

fonction facilement intégrable, puisque le radical carré porte sur un trinome du second degré en y. Ce trinome est décomposable en facteurs réels, et l'on peut poser

$$\frac{\mathrm{C}ydy}{\sqrt{(y-\mathrm{C}a)^2-\mathrm{C}^2y^2}} = \frac{\mathrm{C}}{\sqrt{1-\mathrm{C}^2}}\,\frac{ydy}{\sqrt{(y-\alpha)(y-\beta)}},$$

en posant, pour abréger l'écriture,

$$\alpha = \frac{\mathrm{C}a}{1+\mathrm{C}}, \qquad \beta = \frac{\mathrm{C}a}{1-\mathrm{C}}.$$

Le radical ne sera réel que si y est en dehors de l'intervalle compris entre les deux racines α et β.

Traçons sur le plan les droites $\alpha\alpha'$ et $\beta\beta'$ *(fig. 2)*, dont les ordonnées respectives sont $y=\alpha$, et $y=\beta$. Soit M un point du lieu, en dehors de la bande comprise entre les deux parallèles. Menons l'ordonnée MP, qui coupe en a et b les droites $\alpha\alpha'$, $\beta\beta'$. Sur le segment ab comme diamètre, traçons une circonférence, et menons-lui du point M une tangente MS. Nous aurons

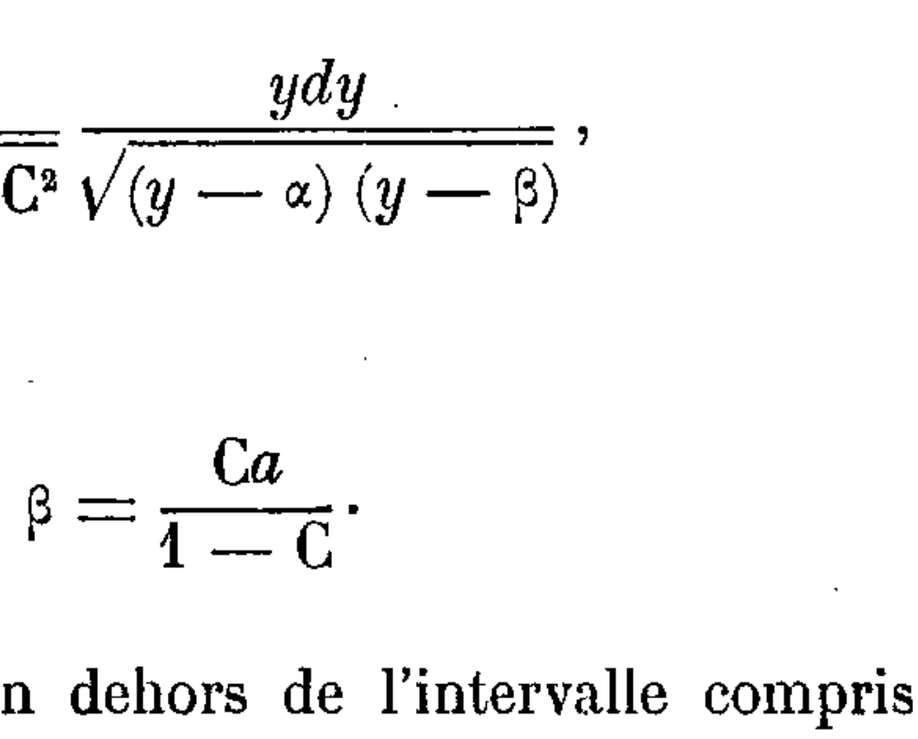


FIG. 2.

$$\mathrm{MS} = \sqrt{\mathrm{M}b\times\mathrm{M}a} = \sqrt{(y-\beta)(y-\alpha)};$$

de sorte que MS représente la valeur du radical. L'équation différentielle revient par conséquent à celle-ci

$$dx = \pm \frac{C}{\sqrt{1 - C^2}} \qquad \frac{MP \times d(MP)}{MS}.$$

Nous prendrons pour variable l'angle $SHb = \varphi$, le point H étant le centre de la circonférence, milieu de ab. Il viendra, en introduisant la nouvelle variable,

$$HS = \frac{\beta - \alpha}{2} = \frac{1}{2}\left(\frac{Ca}{1 - C} - \frac{Ca}{1 + C}\right) = \frac{C^2 a}{1 - C^2}$$

$$PH = \frac{\beta + \alpha}{2} = \frac{1}{2}\left(\frac{Ca}{1 - C} + \frac{Ca}{1 + C}\right) = \frac{Ca}{1 - C^2}$$

et enfin $PM = y = PH + HM = \frac{Ca}{1 - C^2} + \frac{C^2 a}{1 - C^2} \times \frac{1}{\cos \varphi}$,

$$MS = HS \operatorname{tang} \varphi = \frac{C^2 a}{1 - C^2} \operatorname{tang} \varphi.$$

On différentiera l'équation qui donne y, ce qui conduit à l'équation

$$dy = d(PM) = \frac{C^2 a}{1 - C^2} \frac{\operatorname{tang} \varphi \, d\varphi}{\cos \varphi}.$$

Substituant ces diverses expressions dans l'équation qui donne dx, il vient

$$dx = \pm \frac{C}{\sqrt{1 - C^2}} \frac{\left[\frac{Ca}{1 - C^2} + \frac{C^2 a}{1 - C^2} \frac{1}{\cos \varphi}\right]\left[\frac{C^2 a}{1 - C^2} \frac{\operatorname{tang} \varphi \, d\varphi}{\cos \varphi}\right]}{\frac{C^2 a}{1 - C^2} \operatorname{tang} \varphi}$$

$$= \pm \frac{C^2 a}{(1 - C^2)^{\frac{3}{2}}}\left(\frac{d\varphi}{\cos \varphi} + C \frac{d\varphi}{\cos^2 \varphi}\right).$$

On obtient donc, en intégrant,

$$(a) \qquad x = C' \pm \frac{C^2 a}{(1 - C^2)^{\frac{3}{2}}}\left[l\left(\frac{1 + \operatorname{tang} \frac{\varphi}{2}}{1 - \operatorname{tang} \frac{\varphi}{2}}\right) + C \operatorname{tang} \varphi\right],$$

équation à joindre à l'équation qui donne y,

$$(b) \qquad y = \frac{Ca}{1 - C^2}\left(1 + \frac{C}{\cos\varphi}\right).$$

La courbe cherchée est définie par ses coordonnées rectangles, exprimées en fonction d'un angle auxiliaire φ. On peut la rattacher à des courbes connues, dont on déduira les coordonnées x et y, en altérant par des opérations linéaires simples les coordonnées des courbes auxiliaires. Supposons nulle la constante C′ qui s'ajoute à la valeur de x; cela revient à choisir convenablement la position de l'origine sur l'axe OX, et posons

$$(A) \qquad \begin{cases} y = \dfrac{Ca}{1 - C^2} + \eta, \\ x = \dfrac{C}{\sqrt{1 - C^2}}\, x' + \dfrac{\xi}{\sqrt{1 - C^2}}, \end{cases}$$

valeurs qui reproduisent les expressions (a) et (b) lorsqu'on fait

$$(c) \qquad \eta = \frac{C^2 a}{1 - C^2}\,\frac{1}{\cos\varphi},$$

$$(d) \qquad \xi = \frac{C^2 a}{1 - C^2}\, l\left(\frac{1 + \operatorname{tang}\frac{\varphi}{2}}{1 - \operatorname{tang}\frac{\varphi}{2}}\right),$$

$$(f) \qquad x' = \frac{C^2 a}{1 - C^2}\operatorname{tang}\varphi.$$

Nous ferons $\dfrac{C^2 a}{1 - C^2} = g$, longueur connue. L'élimination de φ entre les équations (c) et (d) conduit à l'équation de la *chaînette*

$$\eta = \frac{g}{2}\left(e^{\frac{\xi}{g}} + e^{-\frac{\xi}{g}}\right).$$

L'élimination de φ entre les équations (c) et (f) aboutit à l'équation

$$\eta^2 - x'^2 = g^2,$$

qui représente une *hyperbole équilatère*. Ces deux courbes étant tracées à part, on prendra sur chacune un point de même ordonnée η; à ce point correspond une abscisse x' dans l'hyperbole, une abscisse ξ dans la chaînette; de ces trois quantités qui se correspondent, on déduira par les opé-

rations (A) les valeurs correspondantes de x et de y, coordonnées d'un point de la courbe cherchée.

En chaque point M de la courbe cherchée on pourra construire le rayon de courbure, en se servant de la relation

$$\rho = \frac{v^2}{a}.$$

Soit AB la courbe *(fig. 3)*, M un point pris sur cette courbe, MP l'ordonnée, MN la normale. Prenons sur MN un segment MR $= a$. Élevons en N une perpendiculaire sur MN, jusqu'à la rencontre en H avec l'ordonnée. Puis faisons passer une circonférence par les trois points R, P, H; elle coupera la normale en un point C. La construction revient à mener par H une antiparallèle HC à la droite RP. On aura MC $= \rho$.

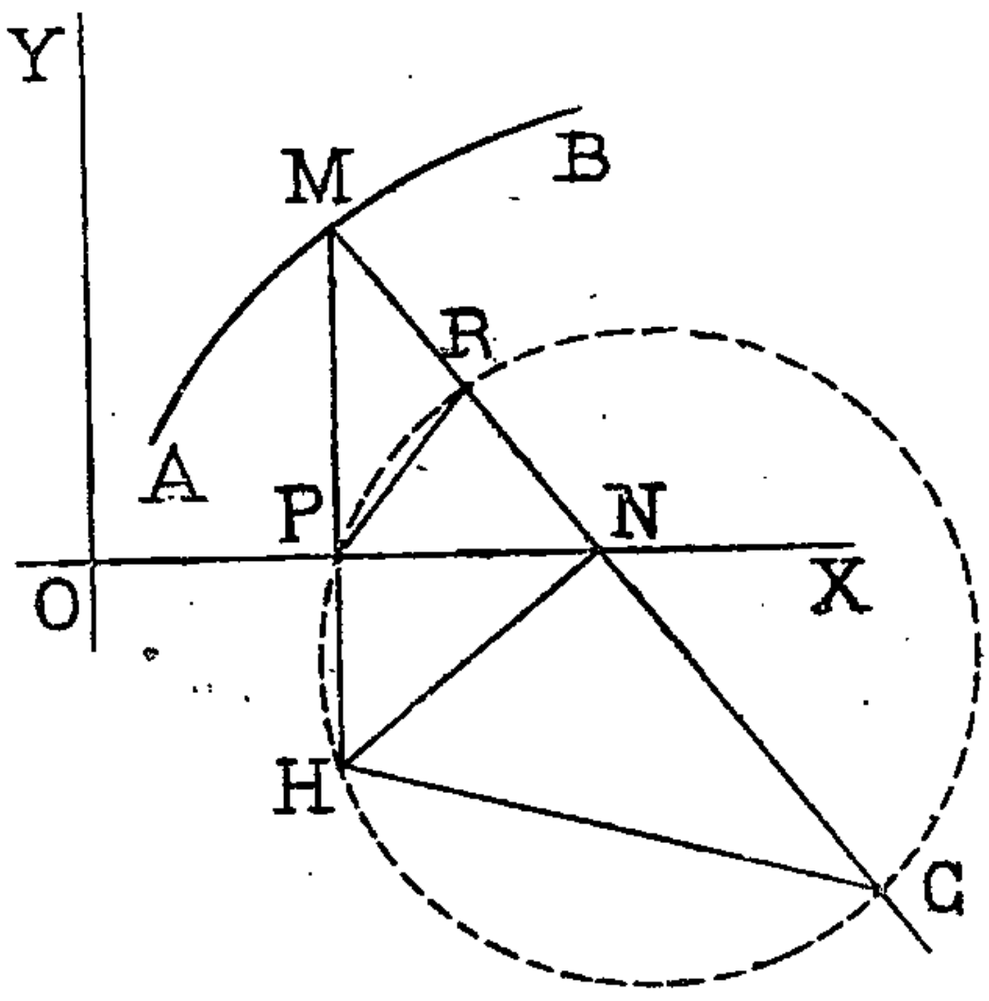


FIG. 3.

En effet, on a d'abord, dans le triangle rectangle MNH, où PN est perpendiculaire à l'hypoténuse MH,

$$\text{MH} = \frac{\overline{\text{MN}}^2}{\text{MP}} = \frac{v^2}{y}.$$

On a de plus dans le quadrilatère inscriptible RPHC

$$\text{MC} \times \text{MR} = \text{MP} \times \text{MH};$$

donc
$$\text{MC} = \frac{\text{MP} \times \text{MH}}{\text{MR}} = \frac{y \times \dfrac{v^2}{y}}{a} = \frac{v^2}{a}.$$

MC est égal au rayon ρ en valeur absolue. Mais C n'est le centre de courbure de AB qu'autant que la concavité de la courbe est tournée du côté de la normale MN. S'il en est autrement, le rayon de courbure doit être porté au delà de la courbe, en prolongement de la normale NM.

2° Pour $p = 3$ il vient

$$u = \text{C}\frac{\sqrt{v^2 + a^2}}{v} = \cos\alpha,$$

ou bien

$$v^2 \cos^2 \alpha = C^2(v^2 + a^2),$$

ou encore, en remplaçant $v \cos \alpha$ par y, v^2 par $y^2\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]$,

$$y^2 = C^2\left\{y^2\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right] + a^2\right\};$$

d'où l'on déduit, en résolvant par rapport à dx,

$$dx = \pm \frac{ydy}{\sqrt{\left(\frac{1}{C^2} - 1\right)y^2 - a^2}} = \pm \frac{2\left(\frac{1}{C^2} - 1\right)ydy}{2\left(\frac{1}{C^2} - 1\right)\sqrt{\left(\frac{1}{C^2} - 1\right)y^2 - a^2}},$$

$$= \pm \frac{1}{\frac{1}{C^2} - 1} d\left[\sqrt{\left(\frac{1}{C^2} - 1\right)y^2 - a^2}\right].$$

L'équation intégrale devient, en élevant au carré,

$$\left(\frac{1}{C^2} - 1\right)^2 (x - c')^2 = y^2\left(\frac{1}{C^2} - 1\right) - a^2,$$

équation d'une courbe du second ordre rapportée à ses axes. L'équation $\rho = -\frac{v^3}{a^2}$ aurait conduit au même résultat. On retrouve le théorème connu :

« Dans les courbes du second ordre, le rayon de courbure est égal en valeur absolue au cube de la normale divisé par le carré du demi-paramètre. »

Second exemple général.

Nous prendrons pour second exemple la fonction

$$f(v) = \frac{a^{p+1}}{v^p}.$$

On en déduit

$$v + f(v) = v + \frac{a^{p+1}}{v^p} = \frac{v^{p+1} + a^{p+1}}{v^p},$$

$$\frac{dv}{v + f(v)} = \frac{v^p dv}{v^{p+1} + a^{p+1}} = \frac{1}{p+1} \frac{(p+1)v^p dv}{v^{p+1} + a^{p+1}}$$

$$= \frac{1}{p+1} dl(v^{p+1} + a^{p+1}).$$

Donc

$$\int \frac{dv}{v + f(v)} = l\left(v^{p+1} - a^{p+1}\right)^{\frac{1}{p+1}},$$

et l'équation (3) devient

$$u = \cos\alpha = \frac{C}{\left(v^{p+1} + a^{p+1}\right)^{\frac{1}{p+1}}}.$$

On remplacera dans cette équation $v\cos\alpha$ par y, $\cos\alpha$ par $\frac{C}{\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}}$, et on résoudra l'équation résultante par rapport à dx. Il vient, en indiquant l'intégration,

$$x = C' \pm \int \frac{dy}{\sqrt{-1 + \sqrt[\frac{p+1}{2}]{\frac{a^{p+1}}{C^{p+1} - y^{p+1}}}}},$$

Application particulière.

Nous supposerons $p = 1$. L'emploi d'une méthode directe paraît préférable à la méthode générale pour ce cas particulier. La méthode que nous suivrons conduira d'ailleurs à distinguer le signe de a^2, qui peut être pris positivement ou négativement.

Posons donc $\rho = f(v) = \pm\frac{a^2}{v}$; le produit du rayon de courbure par la normale sera égal à une constante $\pm a^2$.

On a à la fois $\rho = \frac{ds}{d\alpha}$, $v = y\frac{ds}{dx}$.

Multipliant les deux équations membre à membre, on arrive à la relation

$$\rho v = \pm a^2 = \frac{yds^2}{dxd\alpha},$$

ou bien $$yds^2 = \pm a^2 dxd\alpha.$$

Mais $$ds = \frac{dx}{\cos\alpha}.$$

Il vient donc

$$ydx = \pm a^2 \cos^2 \alpha \, d\alpha,$$

équation qui pourra servir à déterminer l'aire de la courbe.

Remplaçons-y dx par $\frac{dy}{\text{tang } \alpha}$.

Nous aurons $$ydy = \pm a^2 \sin \alpha \cos \alpha \, d\alpha,$$

ce qui donne, en intégrant,

$$y^2 = C \pm a^2 \sin^2 \alpha,$$

avec une constante C. Jusqu'à présent nous avons admis le double signe; ici il faut distinguer les deux cas.

1° Supposons qu'on ait adopté le signe supérieur. Alors nous pourrons simplifier la solution en posant $C = 0$; il viendra pour y une valeur réelle, que nous pouvons prendre positivement, ce qui donnera

$$y = a \sin \alpha.$$

On en déduit

$$dx = \frac{dy}{\text{tang } \alpha} = \frac{a \cos \alpha \, d\alpha}{\text{tang } \alpha} = \frac{a \cos^2 \alpha \, d\alpha}{\sin \alpha} = a\left(\frac{d\alpha}{\sin \alpha} - \sin\alpha \, d\alpha\right),$$

et $$x = C' + al\left(\text{tang } \frac{\alpha}{2}\right) + a \cos \alpha.$$

Les équations qui donnent x et y définissent une *tractrice :* la longueur de la tangente, comprise entre le point de contact et l'axe OX, est constante et égale à a. On a en effet

$$ydx = a^2 \cos^2 \alpha \, d\alpha,$$
$$dy = a \cos \alpha \, d\alpha ;$$

d'où résulte pour la sous-tangente

$$\frac{ydx}{dy} = a \cos \alpha.$$

Le carré de la tangente est égal à la somme $y^2 + \left(\frac{ydx}{dy}\right)^2$,

ou à $$a^2 \sin^2 \alpha + a^2 \cos^2 \alpha = a^2.$$

On peut supposer l'origine ou pied de l'ordonnée qui correspond à $\alpha = \frac{\pi}{2}$; cela revient à faire $C' = 0$. L'aire de la courbe, comptée à partir de cette ordonnée, sera donnée par l'intégrale

$$\int y dx = C'' + a^2\left(\frac{\alpha}{2} + \frac{1}{4}\sin 2\alpha\right)$$

quand on y fait $C'' = -\frac{\pi a^2}{4}$. Cette quantité, prise positivement, représente l'aire comprise entre l'axe OY, la courbe indéfiniment prolongée, et l'axe OX.

L'arc s de la courbe sera donné par l'intégration de la fonction

$$ds = \frac{dx}{\cos\alpha} = \frac{a\cos\alpha\, d\alpha}{\sin\alpha} = a dl(\sin\alpha)$$

ce qui conduit à l'expression

$$s = al(\sin\alpha),$$

sans ajouter de constante, si l'on suppose l'arc compté à partir du point $x = 0$, $y = a$, $\alpha = \frac{\pi}{2}$, point de rebroussement de la courbe.

2° Examinons ensuite la condition $\rho v = -a^2$; en adoptant le signe inférieur dans l'équation qui donne y^2.

On aura $$y^2 = C - a^2\sin^2\alpha,$$

et l'hypothèse la plus simple consiste à faire $C = a^2$.

Il vient $$y^2 = a^2\cos^2\alpha, \quad \text{et} \quad y = \pm a\cos\alpha.$$

Il vient ensuite

$$dx = \frac{dy}{\text{tang}\,\alpha} = -\frac{a\sin\alpha\, d\alpha}{\text{tang}\,\alpha} = -a\cos\alpha\, d\alpha,$$

d'où l'on déduit $$x = C - a\sin\alpha.$$

Éliminant α entre les deux équations qui définissent x et y, on arrive en définitive à l'équation d'une circonférence,

$$(x - C)^2 + y^2 = a^2,$$

qui a son centre sur l'axe OX, et qui a a pour rayon. L'aire de la courbe est donnée par la quadrature

$$\int y dx = C' - a^2 \left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\sin^2 \alpha}{4}\right).$$

Si l'on fait décroître l'angle α de $\frac{\pi}{2}$ à 0, on a l'aire du quart de cercle. Il viendra donc

$$\int_{\frac{\pi}{2}}^{0} y dx = - a^2 \left[\frac{\alpha}{2} + \frac{\sin^2 \alpha}{4}\right]_{\frac{\pi}{2}}^{0} = a^2 \left[\frac{\alpha}{2} + \frac{\sin^2 \alpha}{4}\right]_{0}^{\frac{\pi}{2}} = \frac{\pi a^2}{4},$$

comme pour la tractrice entre l'ordonnée du rebroussement et le point infiniment éloigné sur l'axe OX.

Les deux courbes, tractrice et circonférence, déplacées comme on voudra le long de l'axe OX, se coupent partout à angle droit.

Elles sont toutes deux les méridiennes des surfaces de révolution, ayant l'axe OX pour axe de figure, où la courbure totale $\sqrt{\rho N}$ est partout la même. Car ρ et N sont les rayons de courbure principaux de ces surfaces. L'une est la *sphère*, l'autre la *pseudo-sphère*.

Troisième exemple.

Soit donnée la fonction $f(v) = \sqrt{a^2 + v^2} - v.$

On en déduit $f(v) + v = \sqrt{a^2 + v^2}$

et $$\int \frac{dv}{\sqrt{a^2 + v^2}} = l\left(v + \sqrt{a^2 + v^2}\right).$$

L'équation (3) devient

$$\cos \alpha = Ce^{-l(v+\sqrt{a^2+v^2})} = \frac{C}{v + \sqrt{a^2 + v^2}},$$

ou encore

$$\left(v + \sqrt{a^2 + v^2}\right) \cos \alpha = v \cos \alpha + \sqrt{v^2 \cos^2 \alpha + a^2 \cos^2 \alpha} = C.$$

Mais $v \cos \alpha = y$.

On a donc $$y + \sqrt{y^2 + a^2 \cos^2 \alpha} = C,$$

ce qui conduit à poser $$y = \frac{C}{2} - \frac{a^2}{2C} \cos^2 \alpha.$$

On a, en différentiant cette équation,

$$dy = \frac{a^2}{C} \cos\alpha \sin\alpha \, d\alpha.$$

Mais $\cos^2\alpha$ est égal à $\dfrac{dx^2}{dx^2 + dy^2} = \dfrac{dx^2}{dx^2 + \dfrac{a^4}{C^2}\cos^2\alpha \sin^2\alpha \, d\alpha^2} = \cos^2\alpha$;

on en déduit
$$dx = \frac{a^2}{C} \cos^2\alpha \, d\alpha,$$

et en intégrant
$$x = C' + \frac{a^2}{C}\left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\sin^2\alpha}{4}\right).$$

Nous pouvons convenir de placer l'origine au point où l'angle α est nul. Cela revient à faire $C' = 0$; il vient alors les équations du lieu

$$y = \frac{C}{2} - \frac{a^2}{2C}\cos^2\alpha,$$

$$x = \frac{a^2}{C}\left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\sin 2\alpha}{4}\right).$$

On omet le double signe devant la valeur de x, parce que le second membre prend le signe de l'angle α.

Des équations qui donnent dy et dx on déduit

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2} = \sqrt{\frac{a^4}{C^2}(\cos^4\alpha + \cos^2\alpha \sin^2\alpha)} \, d\alpha = \frac{a^2}{C}\cos\alpha \, d\alpha,$$

d'où résulte pour s la valeur

$$s = \frac{a^2}{C}\sin\alpha,$$

en admettant encore que s s'annule pour $\alpha = 0$.

Posons $C = a$ comme cas particulier. Nous aurons

$$y = \frac{a}{2} - \frac{a}{2}\cos^2\alpha = \frac{a}{2}\sin^2\alpha,$$

$$x = a\left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\sin 2\alpha}{4}\right),$$

$$s = a \sin\alpha.$$

Élevons au carré la dernière équation, et éliminons sin α entre l'équation ainsi obtenue et la première. Il vient

$$s^2 = 2ay,$$

et l'on reconnaît l'équation caractéristique de la cycloïde, quand on prend pour axes la tangente au sommet, et la perpendiculaire élevée en ce point sur cette droite. Si l'on appelle R le rayon du cercle générateur, l'équation de la cycloïde, entre l'arc et l'ordonnée, est

$$s^2 = 8Ry,$$

d'où résulte $\quad R = \frac{a}{4}.$

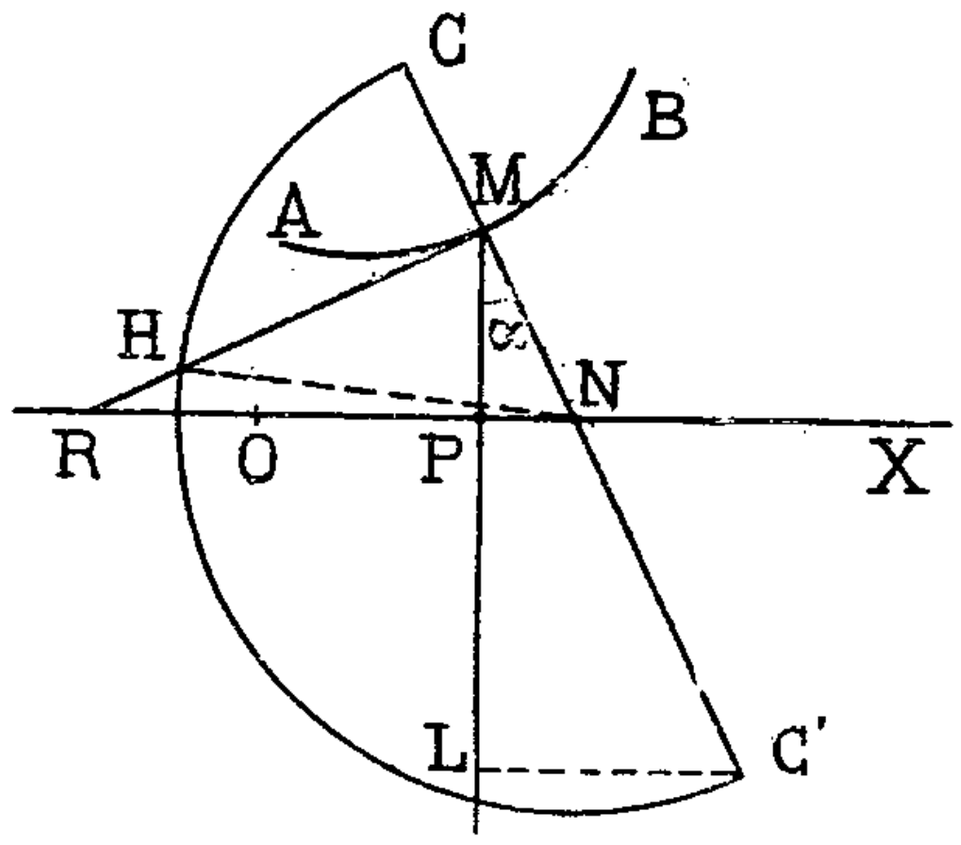


FIG. 4.

Dans le cas général, la relation entre ρ et v permet de construire le centre de courbure de la courbe.

Soit AB la courbe *(fig. 4)*, M un de ses points, MN, MR la normale et la tangente en ce point. Prenons sur MR une quantité $MH = a$. Nous aurons $NH = \sqrt{a^2 + v^2}$. Si donc nous décrivons une circonférence ayant le point N pour centre et NH pour rayon, cette circonférence coupera la normale MN en deux points C et C′, et l'on aura

$$MC = CN - MN = NH - NM = \sqrt{a^2 + v^2} - v = \rho,$$

$$MC' = CN + NM = \sqrt{a^2 + v^2} + v.$$

Prolongeons l'ordonnée MP et abaissons du point C′ une perpendiculaire C′L sur cette droite; nous aurons

$$ML = MC' \cos\alpha = \left(\sqrt{a^2 + v^2} + v\right) \cos\alpha = C,$$

quantité constante pour tous les points de la courbe. Le segment ML est donc constant, et le lieu du point M est la courbe AB elle-même, déplacée de la quantité C, parallèlement à l'axe OY.

Si l'on applique cette construction à la cycloïde, on voit qu'il faut porter sur la tangente à la courbe une longueur $MH = \alpha = 4R$, quadruple du rayon du cercle générateur. La figure donne une propriété du cercle, qu'on peut isoler et démontrer directement.

Soit donnée une circonférence, dont EF est le diamètre *(fig. 5)*. Menons au point E la tangente EX.

Si l'on prend un point M sur la circonférence, qu'on le joigne aux points E et F, et qu'on double la corde MF en portant sur son prolongement une longueur égale FC, l'arc de cercle décrit du point N comme centre avec NC pour rayon coupera la droite ME prolongée en un point H tel, que MH sera double du diamètre EF. Le point N est l'intersection de la corde MF avec la tangente au cercle au point E.

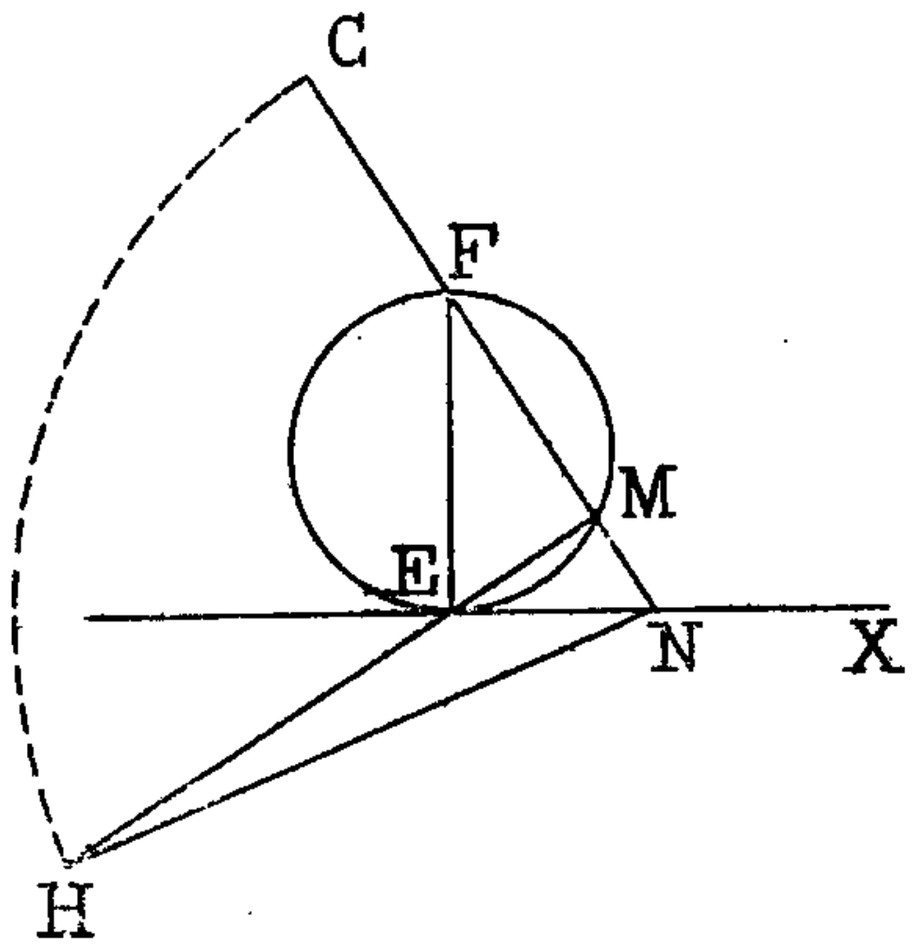


FIG. 5.

Soit $MN = v$, et $\alpha =$ angle MFE ; soit enfin R le rayon du cercle.

Nous aurons

$$MH = \sqrt{\overline{HN}^2 - \overline{MN}^2} = \sqrt{\overline{NC}^2 - \overline{MN}^2}.$$

Mais $NC = MN + 2FM = v + 4R \cos \alpha$, de sorte que l'on a

$$MH = \sqrt{(v^2 + 8Rv \cos \alpha + 16R^2 \cos^2 \alpha) - v^2}$$
$$= \sqrt{8R \cos \alpha \, (v + 2R \cos \alpha)}.$$

Or $v + 2R \cos \alpha$ est égal à NF ; et NF cos α est égal à $EF = 2R$. Il vient donc en définitive

$$MH = \sqrt{8R \times 2R} = 4R = 2EF.$$

Si l'on fait mouvoir le point M sur la circonférence, le point C décrit une autre circonférence, égale à la circonférence donnée et tangente au point F. Le point H décrit une conchoïde de la circonférence donnée, ayant pour pôle le point E, et 4R pour longueur de la droite inscrite entre les deux courbes.

§ 2. — EXAMEN D'UNE CLASSE DE COURBES.

La méthode indiquée se simplifie pour certaines formes de la fonction donnée *f*.

Posons par exemple $\rho = kN$.

k étant un facteur numérique constant, positif ou négatif, entier ou

fractionnaire. Le nombre k sera positif si le rayon de courbure et la normale sont dirigés en sens contraires à partir du point M; il est négatif si le centre de courbure C et le pied N de la normale sont d'un même côté de la courbe. Dans le premier cas, la distance CN est égale à $\rho + N$; dans le second elle est égale à $\rho - N$, ou à $N - \rho$.

On a à la fois
$$N = y\frac{ds}{dx},$$
$$\rho = \frac{ds}{d\alpha}.$$

Divisant membre à membre ces deux égalités, il vient
$$\frac{\rho}{N} = k = \frac{dx}{yd\alpha},$$
et comme
$$dy = dx \operatorname{tang} \alpha,$$
on a aussi
$$dy = ky \operatorname{tang} \alpha \, d\alpha,$$
équation où les variables se séparent, et qui donne
$$\frac{dy}{y} = k \operatorname{tang} \alpha \, d\alpha = k\frac{\sin \alpha \, d\alpha}{\cos \alpha} = -k\frac{d\cos \alpha}{\cos \alpha}.$$

L'intégrale générale est
$$y(\cos \alpha)^k = a,$$
en appelant a la constante arbitraire introduite par l'intégration.

Nous appellerons a le *paramètre*, et k *l'indice* de la courbe.

On déduit successivement de cette équation
$$y = \frac{a}{(\cos \alpha)^k}, \quad N = \frac{y}{\cos \alpha} = \frac{a}{(\cos \alpha)^{k+1}}, \quad \rho = kN = \frac{ky}{(\cos \alpha)^{k+1}},$$
et par conséquent
$$\rho \cos \alpha = ky.$$

La projection du rayon de courbure MC sur l'ordonnée est donc égale à l'ordonnée PM multipliée par k *(fig. 6)*. Si H est la projection du centre de courbure C, l'ordonnée PH du point H sera égale à $(k+1)y = (k+1)MP$. Le lieu du point H se déduit donc de la courbe AB en amplifiant ses ordonnées PM dans le rapport de l'unité à $k+1$.

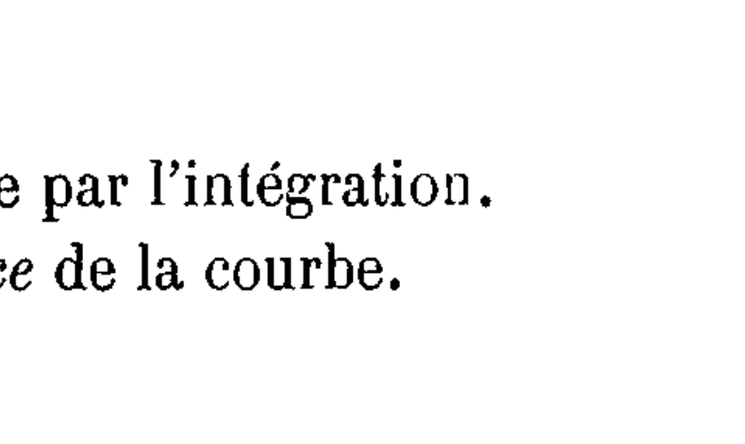


FIG. 6.

On a de plus
$$dx = kydx = ka\frac{d\alpha}{(\cos \alpha)^k},$$

et par suite

$$x = \mathrm{C} + ka \int \frac{d\alpha}{(\cos\alpha)^k},$$

C désignant une constante arbitraire, qui fixe la position de la courbe le long de l'axe OX. Une courbe étant tracée, on obtiendra toutes les solutions en faisant glisser cette courbe le long de l'axe des abscisses.

L'arc s de la courbe, et l'aire $\mathrm{A} = \int y dx$, s'expriment de même en fonction de l'angle α. On a en effet

$$ds = \frac{dx}{\cos\alpha} = ka \frac{d\alpha}{(\cos\alpha)^{k+1}},$$

$$d\mathrm{A} = y dx = \frac{a}{(\cos\alpha)^k} \times ka \frac{d\alpha}{(\cos\alpha)^k} = ka^2 \frac{d\alpha}{(\cos\alpha)^{2k}};$$

ce qui donne, en indiquant les intégrations,

$$s = ka \int \frac{d\alpha}{(\cos\alpha)^{k+1}},$$

$$\mathrm{A} = ka^2 \int \frac{d\alpha}{(\cos\alpha)^{2k}}.$$

Comme applications particulières, faisons successivement

$$k = -2, \quad k = -1, \quad k = 0, \quad k = +1, \quad k = +2;$$

nous retrouverons des courbes connues.

1° $k = -2$.

On aura $y = a\cos^2\alpha$,

$$x = -2a \int \cos^2\alpha \, d\alpha = \mathrm{C} - a\left(\alpha + \frac{1}{2}\sin^2\alpha\right),$$

équations qui représentent une *cycloïde*. On retrouve les formules usuelles relatives à la courbe en posant $a = 2\mathrm{R}$, $\mathrm{C} = \pi\mathrm{R}$, et en remplaçant α par la fonction $\frac{\pi - \theta}{2}$, θ désignant l'angle au centre dans le cercle générateur de rayon R.

Il vient alors

$$y = \mathrm{R}(1 - \cos\theta), \qquad x = \mathrm{R}(\theta - \sin\theta).$$

2° $k = -1$.

Nous aurons $$y = a \cos \alpha,$$

$$x = a \int \cos \alpha \, d\alpha = a \sin \alpha,$$

sans qu'il soit nécessaire d'ajouter de constante.

On retrouve la *circonférence* de rayon a.

3° $k = 0$.

L'équation $$y = \frac{a}{(\cos \alpha)^k}$$

devient $$y = a,$$

et la seconde équation

$$x = ka \int \frac{d\alpha}{(\cos \alpha)^k} + C,$$

se réduit à $$x = C.$$

On obtient donc *un point unique;* le point peut être en effet considéré comme une circonférence de rayon nul, et dont la normale N est indéterminée ; on a donc $k = 0$.

4° $k = 1$.

Les équations deviennent

$$y = \frac{a}{\cos \alpha},$$

$$x = a \int \frac{d\alpha}{\cos \alpha} = al \left(\frac{1 + \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2}}{1 - \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2}} \right),$$

sans constante arbitraire, si l'on place l'origine au pied de l'ordonnée qui correspond à $\alpha = 0$. Éliminant α entre ces deux équations, on obtient l'équation de la *chaînette* de paramètre a,

$$y = \frac{a}{2} \left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right),$$

5° $k = 2$.

On aura à la fois

$$y = \frac{a}{\cos^2 \alpha},$$

$$x = 2a \int \frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha} = 2a \operatorname{tang} \alpha,$$

et l'élimination de α conduit à l'équation

$$y = a + \frac{x^2}{4a},$$

qui représente la *parabole* dont OX est la directrice.

Si l'on supposait k infini, en conservant toujours aux quantités a et C le caractère de constantes arbitraires, l'analyse précédente ne donnerait plus rien. Le rayon ρ serait alors infini, en général, ce qui ne peut avoir lieu que pour une ligne droite. Mais alors l'angle α est constant, et $d\alpha$ est nul, ce qui ne permet plus de prendre l'angle α pour variable indépendante. On aura autant de solutions qu'on voudra du problème, pour k infini, en prenant des droites quelconques dans le plan, sauf à exclure les perpendiculaires à l'axe OX, pour que le rayon ρ et la normale N ne soient pas infinies à la fois.

Observons à ce sujet que, si l'on prend pour lieu géométrique un contour polygonal quelconque tracé dans le plan, et qu'on suive sur le pourtour de ce contour les valeurs successives du rapport $\frac{\rho}{N}$, on trouvera une valeur infinie pour tous les côtés non perpendiculaires à l'axe OX, une valeur indéterminée pour les côtés perpendiculaires, et une valeur nulle au passage de chaque sommet; car à ce passage *(fig. 7)* deux normales infiniment voisines, MN, M′N′, peuvent se couper en C, à distance infiniment petite du sommet B qui les sépare, et déterminer un centre de courbure qui, à la limite, se confond avec le point B. Le rapport $\frac{\rho}{N}$ passe brusquement, en définitive, de l'infini à zéro et de zéro à l'infini.

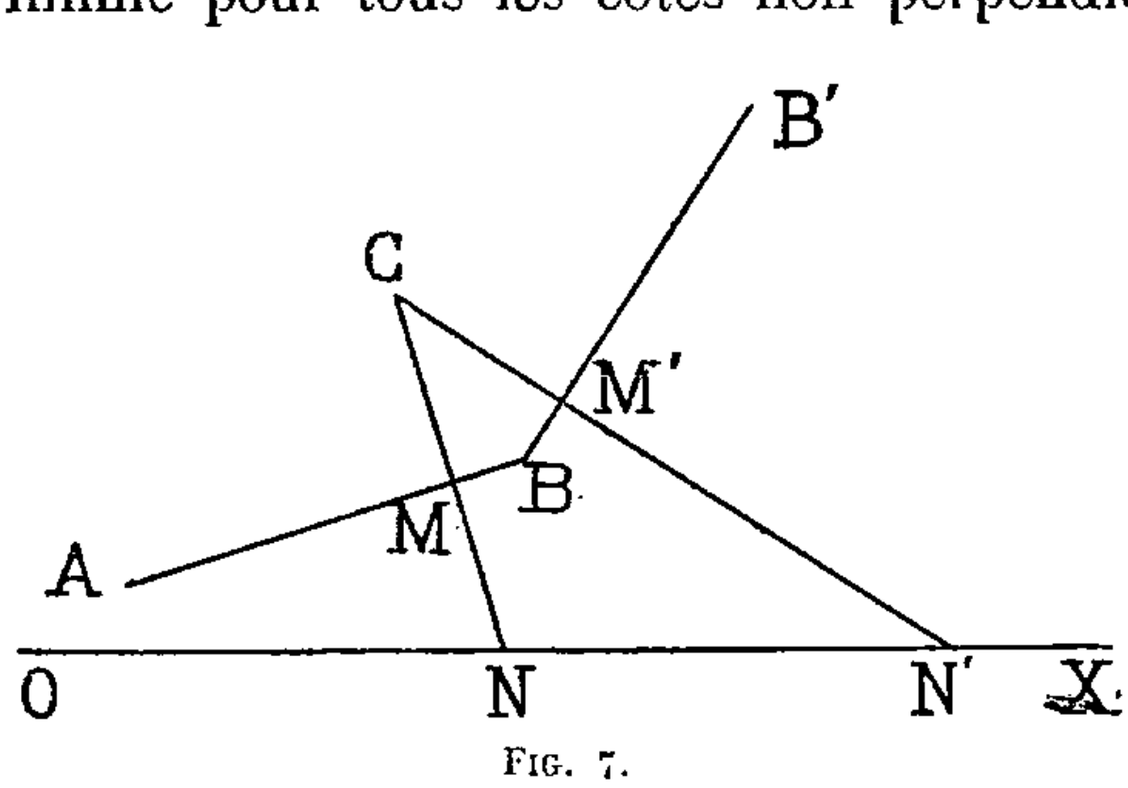


FIG. 7.

Pour les autres valeurs de k, positives ou négatives, mais entières, les intégrales indiquées pourront être effectuées en prenant pour variable la tangente trigonométrique de la moitié de l'angle α. On posera donc

$$t = \operatorname{tang} \frac{1}{2} \alpha,$$

et cette expression, substituée dans les intégrales indiquées, les ramènera à l'intégration de fractions rationnelles.

Nous passerons en revue quelques propriétés géométriques des courbes représentées par les équations

$$y = \frac{a}{(\cos\alpha)^k},$$

$$x = ka\int\frac{d\alpha}{(\cos\alpha)^k};$$

en supposant l'indice k entier, positif ou négatif, mais différent de zéro. Nous distinguerons les valeurs paires de k, des valeurs impaires.

1° k positif, pair.

Projetons le pied P de l'ordonnée en p sur la normale MN *(fig. 8)*; puis le point p sur l'ordonnée en q, le point q sur la normale en r, le point r sur l'ordonnée en s, et ainsi de suite alternativement, autant de fois qu'il y a d'unités dans le nombre k. Si k est pair, la dernière opération nous ramènera sur l'ordonnée en un point s, et le segment Ms sera, d'après l'équation $y = a(\cos\alpha)^k$ égal à la quantité constante a. Le lieu du point final sera par conséquent une courbe ab, qui est la courbe AB elle-même déplacée parallèlement à l'axe OY de la quantité M$s = a$, de sorte qu'elle conserve au point s le même rayon de courbure ρ qu'elle avait au point M, déplacé de la quantité a.

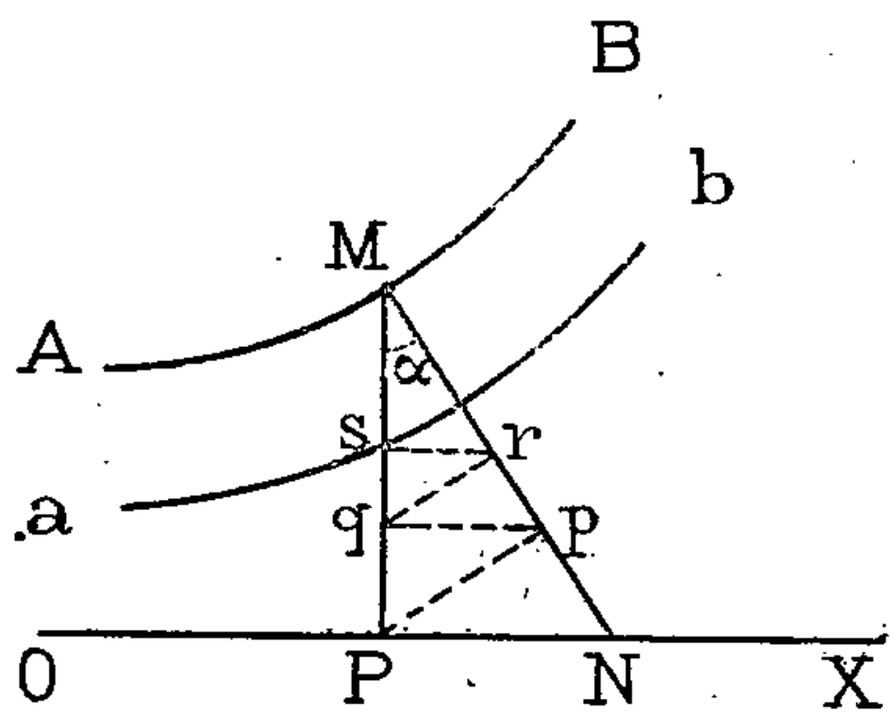


FIG. 8.

2° k positif, impair.

En opérant de même, en partant toujours du pied P de l'ordonnée *(fig. 9)*, on parviendra à un point final t situé sur la normale, à une distance M$t = a$ de la courbe AB. Le lieu du point t est donc alors une courbe $a'b'$ parallèle à AB, et distante de celle-ci de la quantité a portée sur la normale. Le rayon de courbure de $a'b'$ au point t est égal à $\rho + a$, ρ étant le rayon de courbure au point M de la courbe AB.

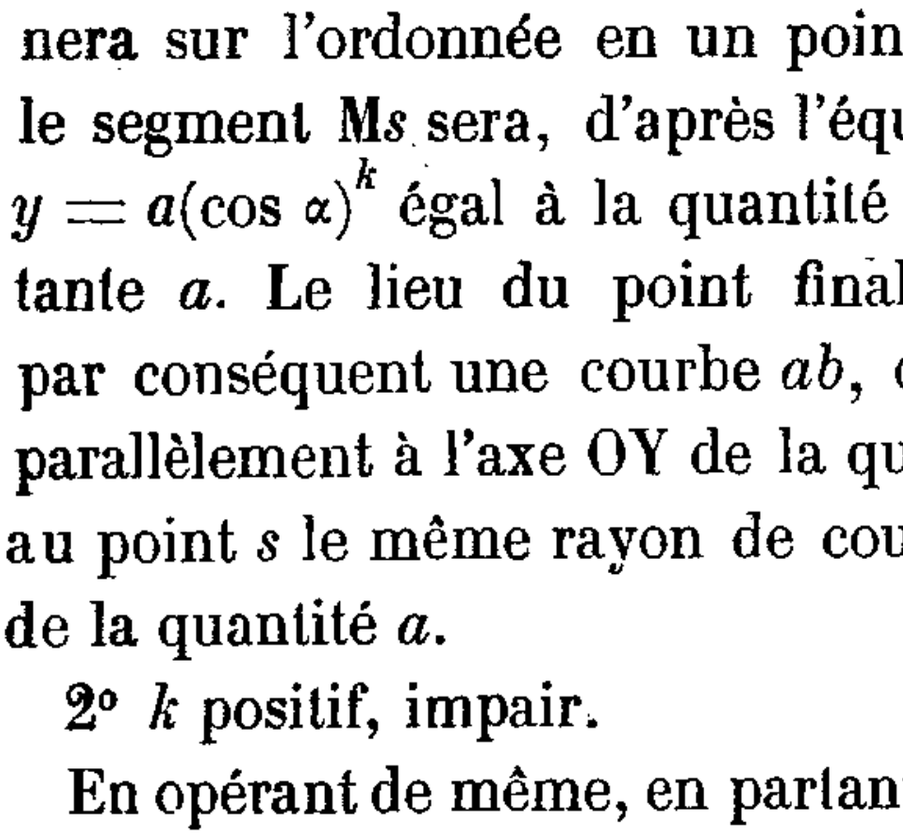


FIG. 9.

3° k négatif, entier pair.

Lorsque k est négatif, on peut poser $k = -k'$, et l'équation devient

$$y = a(\cos\alpha)^{k'},$$

avec k' positif.

Au point P, pied de l'ordonnée MP, élevons PN perpendiculaire à MP ; nous obtiendrons le pied N de la normale. Nous élèverons Np perpendiculaire à MN jusqu'à la rencontre en p avec l'ordonnée ; au point p nous élèverons pq perpendiculaire sur l'ordonnée, jusqu'à la rencontre avec la normale ; au point q nous élèverons qr perpendiculaire à la normale, ce qui nous donnera le point r sur l'ordonnée. Si k' est pair, le point final de de ces opérations alternativement répétées sera un point r situé sur l'ordonnée à la distance M$r = a$ du point M. Le lieu du point final sera la courbe AB elle-même, déplacée de la quantité M$r = a$ parallèlement à l'axe OY, et le rayon de courbure de ab au point r sera égal par conséquent au rayon ρ de la courbure au point M.

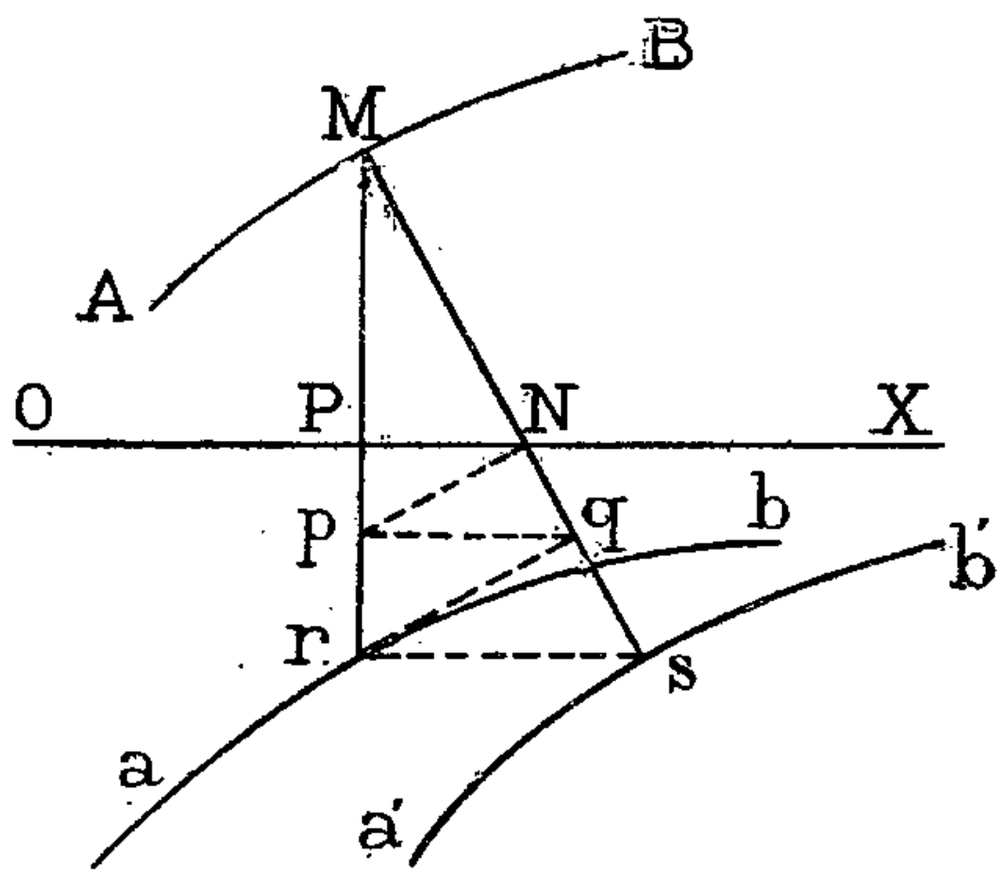


FIG. 10.

4° k négatif impair.

Le résultat final des mêmes opérations *(fig. 10)* sera un point s situé sur la normale, à la distance M$s = a$ de la courbe AB ; le lieu de ce point sera une courbe $a'b'$ parallèle à AB, et distante de a de cette dernière courbe. Le rayon de courbure en s sera égal en valeur absolue à $\rho - a$.

Relations entre les éléments des courbes de divers indices.

Reprenons les diverses équations obtenues, savoir

$$x_k = a\,k \int_0^{\alpha} \frac{d\alpha}{(\cos\alpha)^k},$$

$$s_k = ak \int_0^{\alpha} \frac{d\alpha}{(\cos\alpha)^{k+1}},$$

$$\mathrm{A}_k = a^2 k \int_0^{\alpha} \frac{d\alpha}{(\cos\alpha)^{2k}},$$

en prenant pour les intégrales indiquées les limites comprises entre les mêmes valeurs de l'angle α, 0 et une valeur finale α, la même pour toutes les courbes.

Nous pouvons déterminer les indices, dans chaque équation, de telle

sorte que les intégrales deviennent égales. Il viendra, par exemple, en considérant les courbes d'indices k et $k-1$,

$$x_k = ak \int_0^\alpha \frac{d\alpha}{(\cos\alpha)^k},$$

$$s_{k-1} = a(k-1) \int_0^\alpha \frac{d\alpha}{(\cos\alpha)^k};$$

et les courbes d'indices k et $2k-1$,

$$s_{2k-1} = a(2k-1) \int_0^\alpha \frac{d\alpha}{(\cos\alpha)^{2k}},$$

$$\mathrm{A}_k = a^2 k \int_0^\alpha \frac{d\alpha}{(\cos\alpha)^{2k}};$$

la comparaison de ces relations conduit aux égalités :

$$\frac{s_{k-1}}{x_k} = \frac{k-1}{k}, \qquad \frac{s_{2k-1}}{\mathrm{A}_k} = \frac{2k-1}{ak};$$

d'où résultent ces théorèmes :

Entre les mêmes limites de l'angle α, *l'arc de la courbe d'indice* $\mathrm{k}-1$ *est égal à la fraction* $\frac{\mathrm{k}-1}{\mathrm{k}}$ *de l'abscisse de la courbe d'indice* k.

L'aire de la courbe d'indice k *est égale à la fraction* $\frac{2\mathrm{k}-1}{\mathrm{k}}$ *du produit de l'arc de la courbe* $2\mathrm{k}-1$, *multiplié par le paramètre* a *commun à toutes les courbes.*

Comme application faisons $k = 1$; la fraction $\frac{k-1}{k}$ devient nulle, et nous voyons que l'arc de la courbe d'indice $k = 0$ est nul, ce qui est exact puisque cette courbe se réduit à un point. La fraction $\frac{2k-1}{k}$ devient égale à l'unité, et nous avons par conséquent $\mathrm{A}_1 = as_1$, propriété de la courbe d'indice 1, *la chaînette.*

Appliquée à $k = 2$, la première relation devient

$$\frac{s_1}{x_2} = \frac{1}{2},$$

ce qui donne une relation entre un arc de chaînette ($k = 1$) et l'abscisse du point correspondant dans la parabole ($k = 2$), ces points qui se corres-

pondent étant ceux pour lesquels les tangentes aux deux courbes sont parallèles.

Dans le même ordre d'idées, on a la relation générale

$$N_k = y_{k+1}.$$

En effet $$y_k = \frac{a}{(\cos\alpha)^k}, \qquad N_k = \frac{a}{(\cos\alpha)^{k+1}}.$$

La normale d'une courbe d'indice k donne l'ordonnée correspondante pour la courbe d'indice $k+1$.

Pour $k = -1$, ce qui correspond au cercle de rayon α, on a $N_k = a$; cette quantité a sera l'ordonnée de la courbe $k = 0$, c'est-à-dire du point unique auquel se réduit la courbe.

La normale N_o de ce point A est une droite quelconque AN_o menée de ce point à l'axe OX *(fig. 11)*. Si nous décrivons la chaînette AB qui a $OA = a$ pour paramètre, nous aurons la courbe d'indice 1. Le point M où la normale MN_1 est parallèle à AN_o sera le point correspondant au point $A(k = 0)$ considéré comme ayant AN_o pour normale. Projetons P, pied de l'ordonnée MP, en R sur la normale MN_1; nous aurons $MR = a$. L'égalité des triangles rectangles AON_o, MRP vérifie l'égalité $MP = AN_o$, c'est-à-dire $y_1 = N_o$.

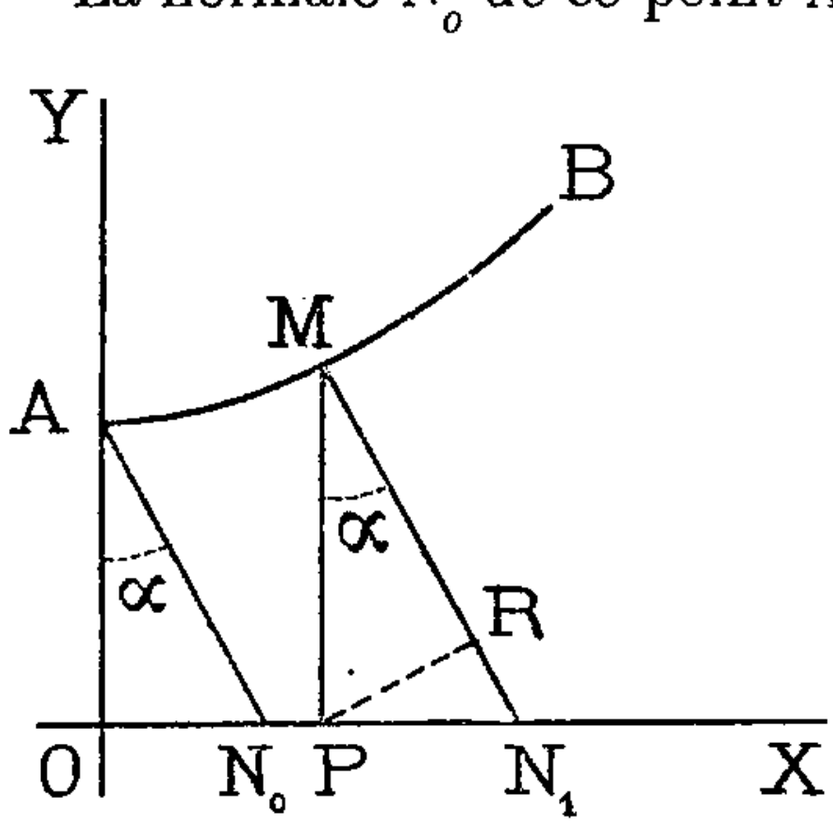


FIG. 11.

On vérifierait de même l'équation $y_2 = N_1$; la normale MN_1 de la chaînette est égale à l'ordonnée y_2 de la parabole, aux points correspondants des deux courbes.

En résumé pour passer de la courbe d'indice k à la courbe d'indice $k+1$, il suffit de faire usage des relations :

$$x_{k+1} = s \times \frac{k+1}{k}, \qquad y_{k+1} = N_k$$

qui définissent, l'une *l'abscisse* en fonction de *l'arc* de la première courbe, l'autre *l'ordonnée*, égale à la *normale*.

M. Éd. COLLIGNON

Inspecteur général des Ponts et Chaussées, à Paris.

RECHERCHES DE FORMULES APPROXIMATIVES POUR LE PARTAGE D'UN ARC DE CERCLE EN PARTIES ÉGALES [O 2 c δ]

— Séance du 9 septembre —

Soit α un petit arc pris dans le cercle de rayon égal à l'unité. Nous le supposerons assez petit pour que l'on puisse négliger, sans erreur sensible, dans le développement en série du sinus de α, les termes qui contiennent les puissances de l'arc supérieures à la troisième. On pourra *a fortiori* appliquer la même simplification aux sinus des parties aliquotes de l'arc α, et poser les trois égalités

$$\sin\alpha = \alpha - \frac{\alpha^3}{6}, \tag{1}$$

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha^3}{8\times 6}, \tag{2}$$

$$\sin\frac{\alpha}{p} = \frac{\alpha}{p} - \frac{\alpha^3}{p^3\times 6}. \tag{3}$$

Le nombre p est supposé ici entier et positif.

Multiplions la première équation par un coefficient indéterminé A, la seconde par un coefficient B, et ajoutons ensuite les trois équations membre à membre. Il viendra

$$\mathrm{A}\sin\alpha + \mathrm{B}\sin\frac{\alpha}{2} + \sin\frac{\alpha}{p} = \left(\mathrm{A} + \frac{\mathrm{B}}{2} + \frac{1}{p}\right)\alpha - \left(\mathrm{A} + \frac{\mathrm{B}}{8} + \frac{1}{p^3}\right)\frac{\alpha^3}{6}. \tag{4}$$

Égalons à zéro les coefficients de α et de α^3 ; nous aurons pour déterminer les coefficients A et B les relations

$$\left\{\begin{aligned} \mathrm{A} + \frac{\mathrm{B}}{2} &= -\frac{1}{p}, \\ \mathrm{A} + \frac{\mathrm{B}}{8} &= -\frac{1}{p^3}; \end{aligned}\right. \tag{5}$$

ce qui donne

$$B\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{8}\right)=-\left(\frac{1}{p}-\frac{1}{p^3}\right),$$

$$A\,(1-4)=-\left(\frac{1}{p}-\frac{4}{p^3}\right),$$

$$(6)\qquad A=\frac{p^2-4}{3p^3},\qquad B=-\frac{8(p^2-1)}{3p^3},$$

valeurs qui assurent une relation linéaire entre les trois sinus

$$(7)\qquad \sin\left(\frac{\alpha}{p}\right)=\frac{8}{3}\frac{p^2-1}{p^3}\sin\frac{\alpha}{2}-\frac{1}{3}\frac{p^2-4}{p^3}\sin\alpha.$$

Cette équation est admissible à titre approximatif, si l'on suppose négligeable les termes en α^5, α^7, ... dans le développement de sin α en série.

L'équation (7) peut se mettre sous la forme

$$p\sin\left(\frac{\alpha}{p}\right)=\frac{8}{3}\frac{p^2-1}{p^2}\sin\alpha-\frac{1}{3}\frac{p^2-4}{p^2}\sin\alpha.$$

Imaginons que le nombre p grandisse indéfiniment, l'arc α restant le même. A la limite on aura

$$p\sin\frac{\alpha}{p}=p\times\frac{\alpha}{p}=\alpha,$$

et il viendra

$$\alpha=\frac{8}{3}\sin\frac{\alpha}{2}-\frac{1}{3}\sin\alpha,$$

qui traduit algébriquement la règle approximative posée par Huygens pour la rectification d'un petit arc de cercle.

Soit ACB l'arc de cercle qu'il s'agit de rectifier *(fig. 1)*, OA son rayon, AB sa corde, AC = CB la corde de la moitié de l'arc. On aura, en faisant OA = 1, et en posant angle AOB = 2α,

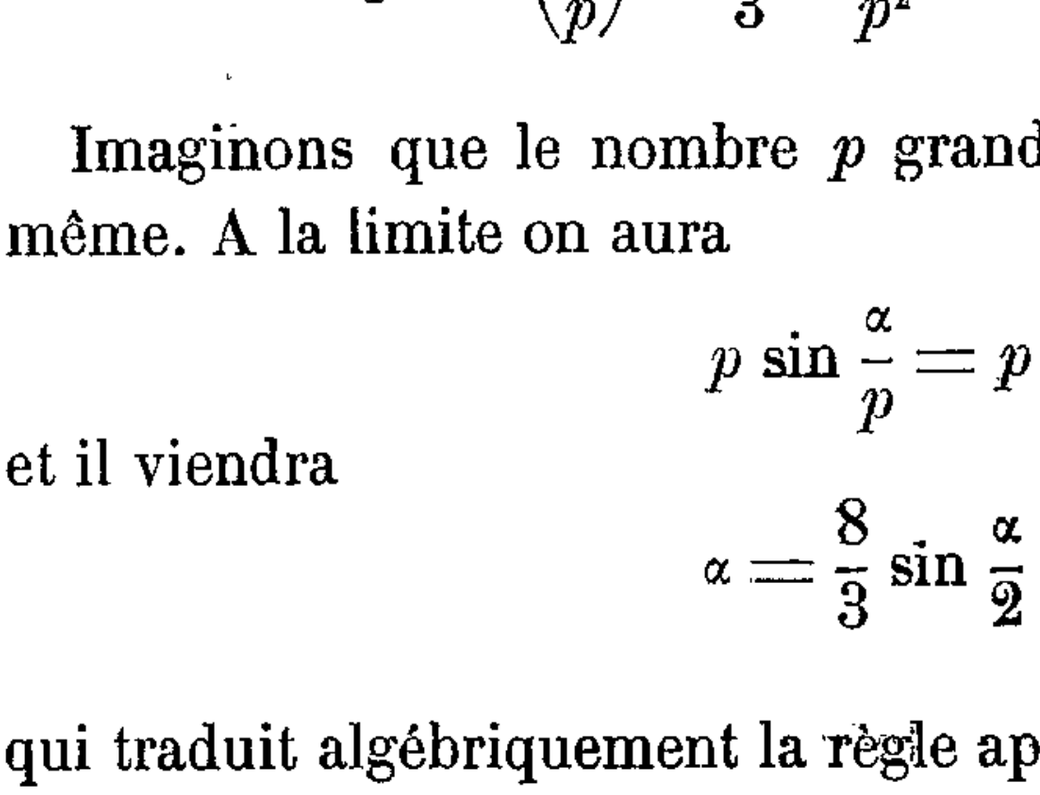


FIG. 1.

$$AC=2\sin\frac{\alpha}{2},\qquad AB=2\sin\alpha$$

et l'équation posée revient à la suivante :

$$\text{arc ACB}=\frac{8}{3}AC-\frac{1}{3}AB=2AC+\frac{2AC-AB}{3}.$$

Il suffit donc de doubler AC, en AD, puis de rabattre AD = 2AC sur la direction prolongée de AB. On aura

$$AE = AD = 2AC,$$

et

$$BE = 2AC - AB.$$

Portant en EF le tiers de BE, on aura sensiblement

$$AF = \text{arc } ACB.$$

Nous pouvons mettre l'équation (7) sous une forme qui la rapproche de celle de Huygens. Posons

$$2\sin\frac{\alpha}{p} = x, \qquad 2\sin\frac{\alpha}{2} = b, \qquad 2\sin\alpha = a,$$

a, b, x désignant les cordes des arcs 2α, α, et $\frac{2\alpha}{p}$; il suffit de multiplier par 2 l'équation (7) pour la mettre sous la forme

$$x = \frac{8}{3}\frac{p^2-1}{p^3}b - \frac{1}{3}\frac{p^2-4}{p^3}a, \tag{8}$$

ce que l'on peut écrire encore

$$x = \frac{1}{p}\left[\left(2b + \frac{2b-a}{3}\right) - \frac{4}{3}\frac{2b-a}{p^2}\right],$$

ou, en appelant f la correction $\frac{2b-a}{3}$ que l'on doit ajouter à la double corde $2b$ pour l'amener sensiblement à la longueur de l'arc, on aura la formule très simple

$$x = \frac{1}{p}\left(2b + f - \frac{4f}{p^2}\right), \tag{9}$$

qu'il est aisé de construire géométriquement. Le terme $2b$ représente la longueur AE = AD, double de AC ; f est la quantité EF qui doit s'y ajouter pour obtenir l'arc ; $4f$ est égal à BF *(fig. 1)*. Le problème est donc

ramené à diviser une droite donnée en p^2 parties égales, puis une autre droite donnée en p parties égales. Si MN *(fig. 2)* est l'une de ces droites,

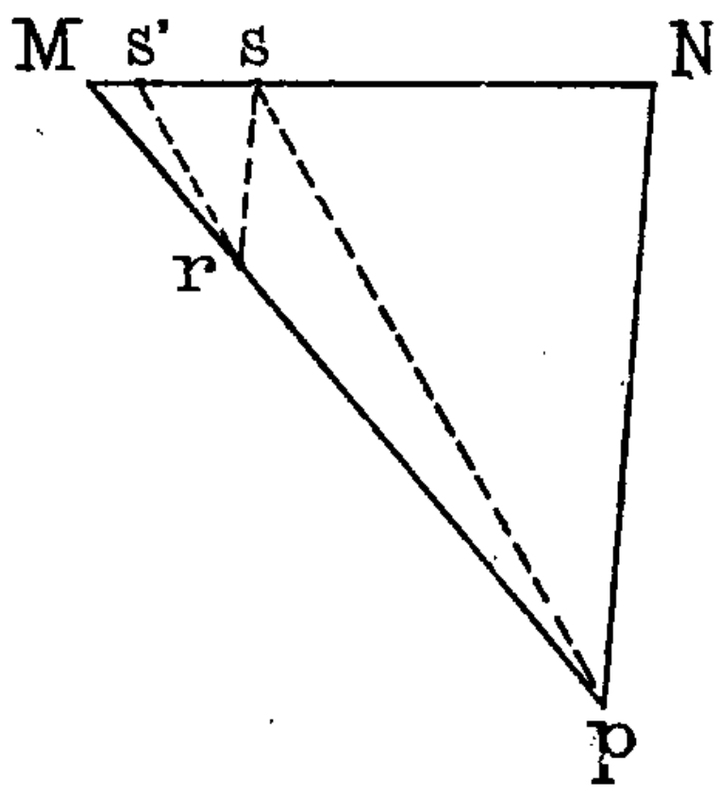


FIG. 2.

prenons arbitrairement sur une transversale quelconque un segment Mr, et portons sur la même droite $Mp = Mr \times p$. Joignons pN, menons par le point r une parallèle à la droite de jonction, nous aurons $MS = \frac{MN}{p}$; puis joignons pS, et menons par le point r une parallèle rS' à la droite pS. Nous aurons

$$\frac{MS'}{MS} = \frac{Mr}{Mp} = \frac{1}{p},$$

et par suite

$$MS' = \frac{1}{p^2} MN.$$

Ces constructions doivent s'appliquer l'une au segment BF, l'autre à la somme algébrique $2b + f - \frac{4f}{p^2}$. Pour une valeur de p un peu grande, la correction $-\frac{4f}{p^2}$ devient négligeable, et la corde cherchée x est sensiblement égale à l'arc $\frac{2b+f}{p}$ qu'elle sous-tend.

Quelques applications numériques serviront à apprécier l'approximation sur laquelle on peut compter dans l'application de cette méthode.

La formule (7) se réduit à une identité pour $p = 1$ et pour $p = 2$.

Soit $p = 3$. On aura

$$\frac{p^2 - 1}{p^3} = \frac{8}{27}, \qquad \frac{p^2 - 4}{p^3} = \frac{5}{27},$$

et la formule générale devient dans ce cas particulier

$$\sin\frac{\alpha}{3} = \frac{64}{81}\sin\frac{\alpha}{2} - \frac{5}{81}\sin\alpha.$$

Pour $\alpha = 30^\circ$, on a $\sin\alpha = \frac{1}{2}$,

$$\sin\frac{\alpha}{2} = 0,25882.$$

La formule donne $\sin\frac{\alpha}{3} = 0,17363.$

Les tables de sinus naturels conduisent à la valeur égale 0,17363 pour le sinus de 10°.

Pour $\alpha = 60°$, $\sin\alpha = 0,86603$,

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2};$$

La formule donne $\sin\frac{\alpha}{3} = 0,34274$,

au lieu de $\sin 20° = 0,34202$, que donnent les tables.

Faisons encore $\alpha = 45°$ et $p = 9$.

La formule donnera $\sin\frac{\alpha}{9} = 0,087093$,

tandis que les tables donnent pour $\sin 5° = 0,08716$.

On ne doit pas oublier que les angles α sont les moitiés des angles que l'on se propose de partager en p parties égales ; c'est donc sur des angles relativement grands, de 60°, de 90°, de 120° que nous avons opéré dans les exemples qui précèdent. L'erreur, même pour les grands angles, porte sur la quatrième décimale.

Il semble qu'on pourrait pousser aussi loin qu'on le voudrait l'approximation en prenant un plus grand nombre de termes dans les séries. On pourrait, en déterminant trois coefficients A, B, C, établir une relation linéaire entre $\sin\alpha$, $\sin\frac{\alpha}{2}$, $\sin\frac{\alpha}{4}$ et $\sin\frac{\alpha}{p}$, en faisant évanouir dans le second membre les termes en α, en α^3 et en α^5. Mais l'expression des coefficients A, B, C serait beaucoup plus compliquée que celle que nous avons obtenue pour deux coefficients seulement, et ne se prêterait plus à une interprétation géométrique simple. D'ailleurs si l'on a divisé un arc de cercle en 2, en 2^2, en 2^3, ... en 2^n parties égales, ce partage suffit à lui seul pour faire connaître l'arc $\frac{\alpha}{p}$ avec une approximation déterminée. On n'a en effet qu'à déterminer la valeur entière h du quotient $\frac{2^n}{p}$, pour que l'on puisse poser la double inégalité

$$\frac{\alpha}{2^n} \times h < \frac{\alpha}{p} < \frac{\alpha}{2^n} \times (h+1),$$

qui fait connaître la valeur de $\frac{\alpha}{p}$ avec une erreur moindre que $\frac{\alpha}{2^n}$.

ÉVALUATION D'UN PETIT ARC A L'AIDE DE SON SINUS ET DE SA TANGENTE TRIGONOMÉTRIQUE.

Nous poserons les équations approximatives

$$\sin \alpha = \alpha - \frac{\alpha^3}{6} + \frac{\alpha^5}{120},$$

$$\text{tang } \alpha = \alpha + \frac{\alpha^3}{3} + \frac{2\alpha^5}{15},$$

en négligeant les termes en α^7, α^9. . . . dans les développements. Si nous formons la somme $2 \sin \alpha + \text{tang } \alpha$, nous éliminons les termes en α^3, et il vient

$$2 \sin \alpha + \text{tang } \alpha = 3\alpha + \frac{3\alpha^5}{20},$$

ce qui entraîne la relation

$$\alpha = \frac{2 \sin \alpha + \text{tang } \alpha}{3} - \frac{\alpha^5}{20}.$$

Cette relation ne s'applique qu'aux petits arcs α; s'ils sont très petits, le terme additionnel $-\frac{\alpha^5}{20}$ est négligeable. Donnons à α diverses valeurs, et calculons le terme principal, abstraction faite du terme correctif. Nous obtiendrons les résultats suivants :

VALEURS DE L'ANGLE α en degrés	Sin α	Tang α	$\frac{2 \sin \alpha + \text{tang } \alpha}{3}$	VALEUR de α en parties du rayon	DIFFÉRENCE OU ERREUR	VALEUR DU TERME correctif $\frac{\alpha^5}{20}$
5°.	0,08716	0,08749	0,08727	0,08727	0,00000	»
10°.	0,17365	0,17633	0,17454	0,17453	0,00001	»
15°.	0,25882	0,26795	0,26186	0,26180	0,00006	0,00006
20°.	0,34202	0,36397	0,34934	0,34907	0,00027	0,00026
25°.	0,42262	0,46631	0,43718	0,43633	0,00085	0,00080
30°.	0,50000	0,57735	0,52578	0,52360	0,00218	0,00201
45°.	0,70711	1,00000	0,80474	0,78539	0,01935	0,01748

Le terme correctif n'acquiert de valeur appréciable que lorsque α dépasse 15° ; et jusqu'à 45°, il réduit l'erreur commise à

$$0{,}00004 \text{ pour } \alpha = 20°,$$
$$0{,}00005 \text{ pour } \alpha = 25°,$$
$$0{,}00017 \text{ pour } \alpha = 30°,$$

enfin à $$0{,}00187 \text{ pour } \alpha = 45°.$$

M. Gabriel ARNOUX

Ancien officier de Marine, aux Mées (Basses-Alpes).

ARITHMÉTIQUE GRAPHIQUE. — CORRESPONDANCE ENTRE LES ESPACES ARITHMÉTIQUES ET LES ÉQUATIONS ARITHMÉTIQUES (CONGRUENCES).

[X. I 3]

— Séance du 9 septembre —

Dans mon étude sur l'arithmétique graphique, en traitant des espaces arithmétiques hypermagiques, j'ai dit, p. 33 : « Il y a une analogie et même une identité complète entre la théorie des espaces hypermagiques et celle des équations linéaires, » et, p. 73 : « Si bien qu'il y a une connexité profonde entre la théorie des espaces magiques et celle des équations linéaires. »

Je vais montrer aujourd'hui que *la connexité entre les espaces arithmétiques et les équations arithmétiques est bien plus profonde, puisqu'elle s'étend à tous les degrés des équations et à tous les modules.*

Dans le présent mémoire, je me confinerai dans la question de pratique, me réservant, dans des mémoires ultérieurs, de traiter les diverses questions théoriques qui en sont la conséquence forcée. Ces questions demandent, pour être bien comprises, des développements assez longs accompagnés de figures explicatives, car le domaine de l'arithmétique diffère profondément du domaine de l'algèbre, et l'on ferait fausse route à chaque instant si l'on transportait les principes et les errements des fonctions algébriques dans les fonctions arithmétiques ; il y a entre les deux genres de fonctions de nombreuses analogies, mais aussi de nombreuses différences, et dans les considérations théoriques, il importe au plus haut point de préciser les unes et les autres.

Je vais donc procéder par des exemples, donnant au fur et à mesure les explications nécessaires pour généraliser les faits spéciaux.

Dans un mémoire que M. Laisant et moi avons présenté au Congrès de Paris, sur les applications de l'arithmétique graphique, nous avons donné quelques considérations théoriques préliminaires qui peuvent servir d'introduction au présent travail ; je supposerai que le lecteur en a connaissance.

Espace arithmétique à trois dimensions résolvant l'équation arithmétique du troisième degré.

Pour être plus facilement compris, je vais opérer sur un espace de module 11 ; *mais il est bien entendu que le même procédé s'applique non seulement à tout module premier, mais encore à tout module composé.*

Soit à résoudre l'équation $x^3 + cx^2 + bx + a \equiv 0$.

Opération préparatoire. — Je prends la suite des chiffres dans le système de numération de base 11, dans leur ordre de grandeur ; au-dessous et sur une ligne parallèle, j'inscris leur puissance d'indice 3 ; au-dessous, sur une nouvelle ligne, j'inscris leur racine cubique, chose très simple à faire au moyen de la ligne précédente et de la première ligne, puis je renverse l'ordre des termes de la troisième ligne.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	x^1
1	8	5	9	4	7	2	6	3	10	x^3
1	7	9	5	3	8	6	2	4	10	$\sqrt[3]{x}$
10	4	2	6	8	3	5	9	7	1	Renversement de l'ordre.

Ceci fait, je prends un damier de douze cases de côté ; en haut et à gauche, j'isole une ligne et une colonne qui constitueront le cadre des arguments.

Dans la ligne et la colonne du cadre, j'inscris les chiffres dans leur ordre de grandeur en commençant par zéro.

Dans la ligne d'argument 0 du tableau, j'inscris au-dessous de chaque chiffre de la ligne du cadre le chiffre correspondant de la quatrième ligne du tableau ci-dessus.

Je forme le tableau des puissances d'indice 2 des divers chiffres.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	9	5	3	3	5	9	4	1

Appelons χ et γ les coordonnées de l'intérieur du tableau, je prends tour à tour chaque chiffre x et, marchant dans la direction $-x^2\chi + 1\gamma$ (ce qui s'exécute en faisant x^2 pas à gauche et 1 pas en bas), j'inscris un

chiffre identique dans chaque case rencontrée. Je reconnais que mon opération a été faite sans erreur, si je retombe sur la case du départ.

Quand tous les chiffres ont été épuisés, on a un tableau donnant toutes les solutions réelles de l'équation $x^3 + cx^2 + a \equiv 0$; en prenant les valeurs de a sur la ligne et les valeurs de c sur la colonne du cadre.

Naturellement, la ligne d'argument zéro donne la solution de l'équation $x^3 + a \equiv 0$.

Ce tableau me donne la face verticale du fond de mon cube.

Pour construire le cube tout entier, je prends de nouveaux damiers de même dimension dont je construis les cadres de même façon que le précédent ; dans la ligne d'argument zéro, j'inscris tour à tour les lignes successives du tableau que je viens de construire — sur chaque tableau je prends les chiffres de la ligne d'argument zéro et marchant dans la direction $- x\chi + 1\gamma$, j'inscris à chaque case rencontrée des chiffres identiques au chiffre de départ.

Dans ces tableaux, la ligne du cadre donne la valeur de a et la colonne du cadre la valeur de b.

Si j'empile tous ces damiers, j'ai *un cube arithmétique donnant sans exception toutes les valeurs réelles de* x *dans l'équation* $x^3 + cx^2 + a \equiv 0$.

Le rang du damier donne la valeur de c, et un damier de rang spécial c_1 résout l'équation à deux variables $x^3 + c_1x^2 + bx + a \equiv 0$ (b et a étant les deux variables).

Si, au lieu de l'équation générale du troisième degré, je voulais résoudre l'équation générale du quatrième degré, je construirais le tableau

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	x^1
1	5	4	3	9	9	3	4	5	1	x^4
1	.	4,7	3,8	2,9	.	.	.	5,6	.	$\sqrt[4]{x}$
.	5,6	.	.	.	2,9	3,8	4,7	.	1,10	Renversement de l'ordre.

Le lecteur peut s'apercevoir que tous les chiffres n'ont pas de racines quatrièmes ; *mais cela ne change absolument rien au procédé, qui est absolu;* on inscrit au-dessous de chaque ligne du cadre le ou les chiffres de la quatrième ligne du tableau ci-dessus, laissant vides les cases de même rang, ce qui constitue la ligne d'argument zéro.

Cette ligne est ici la base fondamentale de l'espace à quatre dimensions que nous allons construire.

Si, sur un damier ayant cette ligne comme ligne d'argument zéro, on part de chaque chiffre en marchant du pas $- x^3\chi + 1\gamma$, on constitue un damier dont les lignes successives sont les bases de chacun des cubes successifs.

En opérant sur chacune de ces lignes comme nous avons fait pour construire un espace à trois dimensions, nous obtenons une file de 11 cubes, dont les rangs correspondent au coefficient d dans l'équation du quatrième degré $x^4 + dx^3 + cx^2 + bx + a \equiv 0$.

Cet espace à quatre dimensions donne sans exception toutes les racines réelles de l'équation ci-dessus.

Si, au lieu d'une équation contenant tous les exposants successifs, on avait des équations à 2, 3, 4, ... n termes *d'indice quelconque*, le procédé de construction serait toujours le même ; on prendrait comme base fondamentale de l'espace à construire, la ligne résultant du premier terme de l'équation ; ainsi, pour l'équation $x^7 + rx^5 + px^3 + tx + q \equiv 0$, on construirait le tableau

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	x^1
1	7	9	5	3	8	6	2	4	10	x^7
1	8	5	9	4	7	2	6	3	10	$\sqrt[7]{x}$
10	3	6	2	7	4	9	5	8	1	Renversement de l'ordre.

et l'on prendrait la quatrième ligne de ce tableau comme base fondamentale de l'espace à quatre dimensions.

On construirait le damier résolvant l'équation $x^7 + rx^5 + q \equiv 0$ qui donnerait la base fondamentale de tous les cubes successifs en marchant pour chaque chiffre x du pas $- x^5\chi + 1\gamma$.

Les divers cubes se construiraient en marchant du pas $- x^3\chi + 1\gamma$ pour la construction des faces verticales du fond, et enfin du pas $- x\chi + 1\gamma$ pour chacune des coupes horizontales de ces divers cubes.

Si le premier terme, au lieu d'être x^7, était $4x^7$ par exemple, *le procédé ne changerait pas*, seulement la seconde ligne du tableau préparatoire serait $4x^7$ au lieu de $1x^7$.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	x^1
4	6	3	9	1	10	2	8	5	7	$4x^7$
1	7	3	1	9	2	10	8	4	6	Opération inverse.
6	4	8	10	2	9	1	3	7	1	Renversement de l'ordre.

En opérant de la même façon, on résoudrait l'équation

$$4x^7 + rx^5 + px^3 + tx + q \equiv 0.$$

Ces explications me semblent suffisantes pour que le lecteur puisse construire *l'espace à un nombre quelconque de dimensions de n'importe quelle composition, de n'importe quel module, donnant sans exception toutes les solutions réelles des équations arithmétiques correspondantes.*

Il est évident qu'on peut à volonté intervertir l'ordre dans lequel on

choisit les termes de l'équation pour les faire correspondre aux diverses dimensions des espaces successifs ; *mais désirant avant tout être bref*, je renvoie le lecteur à mon étude sur les espaces arithmétiques hypermagiques, pour la manipulation, les transformations, les coupes, les rotations, etc., etc., des espaces arithmétiques ; ouvrage pour la rédaction duquel M. Laisant a bien voulu m'accorder sa puissante collaboration, chose dont je le remercie de nouveau ici publiquement et dont je lui suis profondément reconnaissant.

D'une façon générale, *un espace à* n *dimensions représente une équation à* n *termes à coefficients variables ; si à ces termes on adjoint un ou plusieurs termes à coefficients invariables, cela ne change rien aux dimensions de l'espace correspondant, mais cela le déplace pour le transporter dans une autre situation de l'espace qui correspondrait à l'équation complète dans laquelle tous les termes seraient affectés de coefficients variables.*

Les procédés dont je viens de donner un aperçu étant basés sur la construction des tables de puissances, il est nécessaire de donner ici quelques rapides explications sur ces tables, en faisant remarquer les différences profondes qui se manifestent suivant la composition du module.

L'expression analytique d'un nombre entier quelconque est $a^{\alpha}b^{\beta}c^{\gamma}\ldots$; a, b, $c\ldots$ étant des nombres premiers et α, β, $\gamma\ldots$ des nombres entiers quelconques pouvant devenir égaux à zéro.

Si ce fait se produit, le nombre auquel il s'applique prend la forme a^0, par exemple, et devient égal à 1 ; on peut donc le supprimer sans inconvénient et s'en tenir aux nombres premiers qui ont des exposants différents de zéro.

Si tous les nombres premiers, excepté un seul, ont des exposants zéro, on tombe dans le cas spécial de a^{α} ; et si α devient égal à 1, la spécialisation arrive à son maximum, et le nombre devient ce que l'on appelle un nombre premier.

On peut, pour ce qui concerne les tables de puissances, diviser les nombres en trois catégories principales :

1° Les nombres premiers, de la forme a^1 ;

2° Les nombres composés de nombre premiers entrant tous à la première puissance, dont la forme est $a^1b^1c^1\ldots$;

3° Les nombres composés dans lesquels un certain nombre de facteurs premiers entrent avec un exposant supérieur à 1, dont la forme est $a^{\alpha}b^{\beta}c^{\gamma}\ldots$ (β, $\gamma\ldots$ pouvant être égaux à 1).

Nous allons les passer tour à tour en revue :

1° *Les modules premiers.* — Quand le module est un nombre premier, les puissances successives d'un même chiffre en arrivent toujours au bout d'un certain nombre d'opérations à donner comme résultat le chiffre 1.

Ce résultat peut se produire plus ou moins tardivement suivant le chiffre, mais dans tous les cas il se produit toujours quand l'indice devient égal à $(m - 1)$.

De sorte qu'à partir de cet indice, la partie déjà construite de la table se reproduit indéfiniment, et qu'un exposant ou indice étant donné, on peut, en supprimant les multiples de $(m - 1)$, connaître en son entier la colonne qui lui correspond.

Modules de la forme $a^1b^1c^1\ldots$ — Pour les modules de cette forme, la suite des puissances d'un même chiffre ne reproduit pas forcément le chiffre **1** (il n'y a que les chiffres premiers au module qui donnent ce résultat), mais tous, au bout d'un certain nombre d'opérations, reproduisent le chiffre de départ (celui d'indice 1) ; de sorte que les colonnes se reproduisent indéfiniment d'une façon identique, et un indice ou exposant étant donné, on peut, en supprimant les multiples du plus grand indice de la période, connaître la colonne qui s'y rapporte.

Modules de la forme $a^\alpha b^\beta c^\gamma\ldots$ — Pour les modules de cette forme, la question se complique encore, car les chiffres qui contiennent un des facteurs du module avec une puissance inférieure à celle où il entre dans le module, ont une suite indéfinie qui se compose d'une partie non périodique suivie d'une partie qui se reproduit indéfiniment et identiquement.

Table de puissances de module 11.

N / I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	4	8	5	10	9	7	3	6	1	2	4	8	5
3	3	9	5	4	1	3	9	5	4	1	3	9	5	4
4	4	5	9	3	1	4	5	9	3	1	4	5	9	3
5	5	3	4	9	1	5	3	4	9	1	5	3	4	9
6	6	3	7	9	10	5	8	4	2	1	6	3	7	9
7	7	5	2	3	10	4	6	9	8	1	7	5	2	3
8	8	9	6	4	10	3	2	5	7	1	8	9	6	4
9	9	4	3	5	1	9	4	3	5	1	9	4	3	5
10	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1

Table de puissances de module $15 = 3^1\,5^1$.

I \ N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...	...	...
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	...	...	...	...	...
2	2	4	8	1	2	4	8	1	2	...	...	...	...	...
3	3	9	12	6	3	9	12	6	3	...	...	...	...	...
4	4	1	4	1	4	1	4	1	4	...	...	...	...	...
5	5	10	5	10	5	10	5	10	5	...	...	...	...	...
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	...	...	...	...	...
7	7	4	13	1	7	4	13	1	7	...	...	...	...	...
8	8	4	2	1	8	4	2	1	8	...	...	...	...	...
9	9	6	9	6	9	6	9	6	9	...	...	...	...	...
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	...	...	...	...	...
11	11	1	11	1	11	1	11	1	11	...	...	...	...	...
12	12	9	3	6	12	9	3	6	12	...	...	...	...	...
13	13	4	7	1	13	4	7	1	13	...	...	...	...	...
14	14	1	14	1	14	1	14	1	14	...	...	...	...	...

Table de puissances de module $12 = 2^2\,3^1$.

I \ N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	...	...	...
1	1	1	1	1	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...
2	2	4	8	4	8	4	...	...	...	...	...	...	...	...
3	3	9	3	9	3	9	...	...	...	...	...	...	...	...
4	4	4	4	4	4	4	...	...	...	...	...	...	...	...
5	5	1	5	1	5	1	...	...	...	...	...	...	...	...
6	6	0	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...	...	...
7	7	1	7	1	7	1	...	...	...	...	...	...	...	...
8	8	4	8	4	8	4	...	...	...	...	...	...	...	...
9	9	9	9	9	9	9	...	...	...	...	...	...	...	...
10	10	4	4	4	4	4	...	...	...	...	...	...	...	...
11	11	1	11	1	11	1	...	...	...	...	...	...	...	...

Quand certains chiffres contiennent sans exception tous les facteurs premiers du module, la suite, à un moment donné, donne zéro pour résultat et, à partir de ce moment, les zéros se reproduisent indéfiniment.

De tout cela il résulte qu'à un certain moment les colonnes se reproduisent par périodes, et qu'il est facile de connaître la colonne qui se rapporte à un indice donné.

Si ma santé et mon âge me le permettent, je me propose de donner la théorie des tables de puissances de module composé, théorie dont je possède tous les éléments dans mes cartons ; en attendant, je dois dire que le nombre des colonnes de la partie périodique est égal à l'*indicateur réduit* et que si α représente l'exposant le plus élevé des facteurs premiers qui entrent dans la composition du module, le nombre de colonnes de la partie non périodique égale $(\alpha - 1)$.

Dans une étude sur les espaces arithmétiques hypermagiques, j'avais adopté le symbole $((m))$ pour indiquer, dans les expressions analytiques, la variation dont est susceptible un chiffre ; dans le langage ordinaire, cela veut dire que $((m))$ représente indifféremment un chiffre quelconque dans le système de numération de base m, variation limitée, puisque le nombre de ces chiffres, en comprenant le zéro, est égal à m.

Il est une considération que je ne puis passer sous silence : quand le dernier terme de l'équation devient égal à zéro dans une équation, soit, par exemple, $x^n + px^\alpha + q = 0$, il reste l'équation $x^n + px^\alpha \equiv 0$, représentée par la colonne d'argument zéro dans le damier correspondant à cette équation. Si le module est premier, tous les chiffres de ce module lui sont premiers ; on peut donc diviser les deux membres de l'équation par x^α ; de cette opération résulte l'équation $x^{n-\alpha} + p \equiv 0$, dont la première colonne donne la solution ; mais si le module est composé, on ne peut plus diviser les deux membres de l'équation par un chiffre contenant des facteurs du module, et alors la première colonne donne bien la solution de l'équation $x^n + px^\alpha \equiv 0$, mais non celle de $x^{n-\alpha} + p \equiv 0$; ce qui, pour les modules composés, entraîne des considérations assez curieuses.

Ce qui, ici, est dit pour la colonne d'argument zéro d'un damier (espace à deux dimensions), s'applique à un espace à un nombre quelconque de dimensions.

L'étude des modules composés m'entraînerait trop loin ; je renvoie donc ce qui les concerne au point de vue théorique à de prochains mémoires ; mais, pour ce qui regarde la pratique des opérations indiquées dans ce mémoire, il n'y a aucune différence dans la façon de procéder, soit pour les modules premiers, soit pour les modules composés.

Pour la vérification de ce que j'avance, je joins à mon mémoire des espaces à quatre dimensions concernant les modules 11, $15 = 3^1.5^1$, $12 = 2^2.3^1$, qui représentent les trois catégories de modules dont j'ai parlé

ci-dessus; chacun de ces espaces pouvant servir de type aux modules de la même catégorie.

Il est encore un cas particulier dont je dois dire quelques mots ; c'est celui de l'équation à deux termes, contenant chacun une variable ; dans ce cas, qui peut être symbolisé par $px^{\alpha} + q \equiv 0$, la case angulaire à gauche en haut contient tous les chiffres sans exception, et la table se construit en faisant marcher chaque chiffre dans la direction $-x^{\alpha}\gamma + 1\Upsilon$.

La table de division est le cas où $\alpha = 1$. Quand le premier terme de l'équation est $x^{\equiv(m)}$, et les deux variables, le dernier terme et un terme quelconque à coefficient variable, tous les chiffres de la ligne d'argument zéro sont ramassés dans la case angulaire à droite, en haut (quand le module est premier).

Une observation d'ordre général, c'est que, dans les coupes parallèles qu'on peut pratiquer dans un espace à un nombre quelconque de dimensions, un même chiffre se déplace toujours dans la même direction, quelle que soit la coupe que l'on adopte, ce qui simplifie singulièrement les opérations et permet de représenter un espace au moyen de damiers donnant les coupes principales. Ainsi, pour un espace à quatre dimensions, il suffit de donner : 1° le damier qui contient la suite des lignes fondamentales des divers cubes ; 2° une coupe verticale du fond de l'un des cubes ; 3° une coupe horizontale de ce même cube. Dans toutes les autres coupes, les chiffres marchant dans la même direction que dans l'un de ces damiers, l'opération restant à faire n'offre plus aucune difficulté.

Une considération capitale dans la théorie des congruences, c'est que : « EN CONGRUENCE, LA CONSIDÉRATION GRAPHIQUE DOMINE TOUT. CETTE MANIÈRE DE VOIR ADOPTÉE, TOUT LE RESTE S'ENSUIT. »

Il est donc important de se familiariser avec les diverses manipulations que l'on peut exécuter sur ces espaces au moyen d'opérations pratiquées tant sur les choses elles-mêmes que sur les expressions analytiques qui les traduisent et les suppléent quand les opérations deviennent impossibles vu leurs dimensions ou leur complexité.

La considération de ces espaces apporte un aide puissant aux études théoriques sur les équations arithmétiques. On y lit une foule de lemmes et de théorèmes ; on y découvre bien des choses que les formules analytiques ne peuvent dévoiler, *tant que l'analyste n'en soupçonne pas l'existence ; c'est donc un puissant moyen de découverte et d'invention ;* un visuel y suit de l'œil mental la traduction en choses de toutes les formules symboliques ; il peut, s'il a une certaine habitude de l'analyse, exprimer ce qu'il lit sur les espaces arithmétiques ; mais leur construction, bien que mécanique, demande un certain temps et, au point de vue pratique, il peut être bon *de pouvoir obtenir rapidement la solution d'une équation à coefficients invariables*, sans construire tout l'espace correspondant à

l'équation générale à coefficient tous variables ; c'est ce que je vais indiquer brièvement.

Soit à déterminer les solutions réelles de l'équation

$$x^7 + 3x^5 + 1x^3 + 5 \equiv 0, \text{ module } 11.$$

Au moyen des tables de puissances et de multiplication, on construit le tableau ci-joint ; on fait la somme de toutes les lignes qu'on inscrit

(Module 11.)

x^1	x^7	$3x^5$	$4x^3$	6	S
1	1	3	4	6	3
2	7	8	10	6	9
3	9	3	9	6	5
4	5	3	3	6	6
5	3	3	5	6	8
6	8	8	6	6	6
7	6	8	8	6	6
8	2	8	2	6	7
9	4	3	1	6	3
10	10	8	7	6	9

x^1	x^7	$3x^5$	$1x^3$	5	S
1	1	3	1	5	10
2	7	8	8	5	1
3	9	3	5	5	0
4	5	3	9	5	0
5	3	3	4	5	4
6	8	8	7	5	6
7	6	8	2	5	10
8	2	8	6	5	10
9	4	3	3	5	4
10	10	8	10	5	0

dans la colonne S ; toute somme égale à zéro donne dans la colonne des x^1 une solution réelle ; les sommes qui donnent un chiffre différent de zéro indiquent que le chiffre correspondant de la colonne des x n'est pas solution réelle.

On voit ainsi que l'équation $x^7 + 3x^5 + 1x^3 + 5 \equiv 0$ a trois solutions réelles, tandis que l'équation $x^7 + 3x^5 + 4x^3 + 6 \equiv 0$ n'en a pas. Ces résultats sont absolument conformes à ceux que l'on obtient en construisant l'espace arithmétique dans lequel les coefficients de x^5, x^3 et le dernier terme sont des chiffres variables.

Quand on a construit par des moyens mécaniques, les tables diverses concernant un module (même les tables d'addition), les calculs se font avec une rapidité extrême et de très faibles chances d'erreur.

Cette opération a l'avantage, non seulement de démontrer que chacune des solutions indiquées résout l'équation, mais, en outre, elle prouve qu'il n'y en a pas d'autres, chose très importante. De plus, elle permet de vérifier l'exactitude absolue du procédé de construction des espaces arithmétiques par la méthode des marches.

Je ne m'étendrai pas sur les conséquences théoriques de ce qui précède (cela exigerait de trop longs développements) ; pourtant, il est un fait pratique que je dois signaler, c'est celui qui concerne la solution des équations à un nombre quelconque de termes à coefficients tous invariables.

Soit m un module quelconque ; la première des choses à faire, c'est d'établir la table des puissances et de la diviser en deux parties ; la partie non périodique et la partie périodique. Soit np le nombre de colonnes de la partie non périodique, et IR le nombre de colonnes de la partie périodique (qui, ainsi que je l'ai dit plus haut, est égal à l'indicateur réduit dont l'indicateur ordinaire n'est qu'un cas spécial).

Quel que soit le nombre de termes de l'équation à résoudre, il faut lui faire subir une opération préparatoire ; soient $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \ldots$ les exposants des diverses puissances de x ; tous les termes dans lesquels l'exposant n'est pas supérieur à np sont conservés ; pour ceux dont l'exposant est supérieur, il faut à chacun de ces exposants retrancher np ; soient $r_1, r_2, r_3, \ldots$ les restes ; prenons leurs résidus par rapport à IR pris comme module ; soient $\rho_1, \rho_2, \rho_3 \ldots$ ces divers résidus ; tous les termes dont l'exposant donne un résidu ρ_n sont groupés ensemble ; on fait la somme des coefficients et on donne à x l'exposant $np + \rho_n$; le nombre total des termes est ainsi ramené à un nombre de termes qui ne peut être supérieur à $np + \mathrm{IR}$.

x	$2x^3$	x^2	x	8	S
1	2	1	1	8	0
2	4	4	2	8	6
3	6	9	3	8	2
4	8	4	4	8	0
5	10	1	5	8	0
6	0	0	6	8	2
7	2	1	7	8	6
8	4	4	8	8	0
9	6	9	9	8	8
10	8	4	10	8	6
11	10	1	11	8	6

Ainsi, par exemple, soit à résoudre l'équation $x^7 + 2x^6 + 4x^5 + 5x^4 + 9x^3 + 6x^2 + x + 8 \equiv 0 \pmod{12}$, l'équation se réduit à $(1 + 4 + 9)x^3 + (2 + 5 + 6)x^2 + x + 8 = 0$ ou $2x^3 + x^2 + x + 8 = 0$; ce qui,

par le procédé ci-dessus, donne 1, 4, 5, 8 pour les seules solutions de l'équation à huit termes.

De là il suit que les équations dont les termes se rapportent aux mêmes colonnes ont identiquement les mêmes solutions.

On voit combien se réduisent les opérations sur les modules composés. Ainsi, pour $m = 144 = 2^4 3^2$, la partie périodique se compose de 12 colonnes et la partie non périodique de 3.

Pour $455 = 5^1.7^1.13^1$, la partie périodique serait de 12 colonnes, sans partie non périodique.

Équation $x^7 + rx^5 + q \equiv 0$. Cube n° 0, face verticale du fond.

(Module 11.)

q \ r	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0		10	3	6	2	7	4	9	5	8	1
1		3	10		6	2,4	7,9	5		1	8
2	3,8			10	4	6,9	2,5	7	1		
3		8		4	9,10	5	6	1,2	7		3
4			4,8	9	5	10	1	6	2	3,7	
5		4	9	5,8		1	10		3,6	2	7
6	4,7	9	5		1,8			3,10		6	2
7	2,9	5,7		1		8	3		10		4,6
8	5,6	2	1,7			3	8			4,10	9
9		1,6	2	7	3			8	4	9	5,10
10	1,10		6	2,3	7			4	8,9	5	

Dans ce tableau, les chiffres marchent dans la direction $-x^5X + 1Y$.

Équation $x^7 + px^3 + q \equiv 0$. Cube n° 0, coupe horizontale n° 0.

(Module 11.)

q \ p	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0		10	3	6	2	7	4	9	5	8	1
1			10	7,8	5,9			2,6	3,4	1	
2	5,6	7,9		3,10					1,8		2,4
3		4	2,8		6,10			1,5		3,9	7
4				4,5	3	2,10	1,9	8	6,7		
5		6,8		9		1,4	7,10		2		3,5
6	2,9				1,7	3,6	5,8	4,10			
7	3,8		5,7	1,2					9,10	4,6	
8	4,7		1,6			8,9	2,3			5,10	
9		1,3	4,9			5	6			2,7	8,10
10	1,10	2,5			4,8			3,7			6,9

Dans ce tableau, les chiffres marchent dans la direction $-\alpha^3 X + 1Y$.

Équation $x^7 + tx + q \equiv 0$. Lignes de base des cubes successifs.

(Module 11.)

t \ q	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0		10	3	6	2	7	4	9	5	8	1
1		8	2,4 10	5					6	1,7,9	3
2	2,9		6,7	10	8			3	1	4,5	
3			9		3,5 10	4	7	1,6,8		2	
4		3,4,6			9	10	1	2			5,7,8
5			8	7		1,2,5	6,9 10		4	3	
6	5,6			2	1,4	8	3	7,10	9		
7	4,7	2		1,3		6	5		8,10		9
8	3,8	5,9	1		7			4		10	2,6
9		1		4,8,9	6			5	2,3,7		10
10	1,10	7	5			3,9	2,8			6	4

Dans ce tableau, les chiffres marchent dans la direction $-xX + 1Y$.

Ces coupes font partie de l'espace à 4 dimensions, correspondant à l'équation $x^7 + rx^5 + px^3 + tx + 1q \equiv 0$. t indique le rang du cube, r le rang de la coupe, p le rang de la ligne, q le rang de la case.

Équation $x^4 + dx^3 + a \equiv 0$. Ligne de base des cubes successifs.

(Module 15.)

d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0						5,10				3,6 9,12					1.2,4,7 8,11 13,14
1	5 9,14	7,8		6,11			2,12	13			4,10		3	1	
2	3 10,13	14		7 8,12			4,9	11			5		1,6	2	
3	12		4,14	3		2,5,7 8,10	6		13			1,11	9		
4	5 6,11	13		9,14			3	7,8			1,10		2,12	4	
5	10				2 11,14					1,3,4,6 7,8,9 12,13	5				
6	9		13	6		4,5 10,14	12		1,11			2 7,8	3		
7	3,5	4		2,12			9,14	1			10,13		6,11	7,8	
8	7,8 10,12	11		3,13			1,6	14			2,5		4,9		
9	6		2 7,8	9		1,5 10,11	3		4,14			13	12		
10	5				1,4,7 8,13					2,3,6,9 11 12,14	10				
11	4 9,10	2		1,6			7 8,12				5,14		3,13	11	
12	3		1 11	12		5 10,13	9		2 7,8			4,14	6		
13	2 5,12	1		3			6,11	4			7 8,10		9,14	13	
14	1 6,10			4,9			3,13	2			5,11		7 8,12	14	

Dans ce tableau, les chiffres marchent dans la direction $-x^9X + 1Y$.

Équation $x^4 + cx^2 + a \equiv 0$. Cube n° 0, face verticale du fond du cube.

(Module 15.)

a \ c	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0						5,10				3,6 9,12					1,2,4, 8,11 13,1
1	3,12			6,9							2,5,7,8 10,13			1,4 11,14	
2	5,10						2,3,7,8 12,13						1,4,6,9 11,14		
3			2,7 8,13			5,10	6,9					1,4 11,14	3,12		
4	6,9			3,12							1,4,5 10,11 14			2,7 8,13	
5	5,10									1,2,3,4,6 7,8,9,11 12,13,14					
6	3,12			6,9		2,5,7,8 10,13			1,4 11,14						
7		2,7 8,13					3,12	1,4 11,14			5,10		6,9		
8	5,10						1,4,6.9 11,14						2,3.7,8 12,13		
9	6,9			3,12		1,4,5 10,11 14			2,7 8,13						
10					1,2,4,7 8,11 13,14					3,6 9,12	5,10				
11	2,3,5,7 8,10 12,13			1,4,6,9 11,14											
12			1,4 11,14			5,10	3,12					2,7 8,13	6,9		
13		1,4 11,14					6,9	2,7 8,13			5,10		3,12		
14	1,4,5,6 9,10 11,14			2,3,7,8 12,13											

Dans ce tableau, les chiffres marchent dans la direction $-x^2X + 1Y$.

Équation $x^4 + bx + a \equiv 0$. Cube n° 0, coupe horizontale n° 0.

(Module 15).

b

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0						5,10				3,6 9,12					1,2,4,7 8,11 13,14
1	5 9,14	13		6,11			3,8	7			4,10		2,12	1	
2	7 10,12	14		3,13			4,9	11			2,5		1,6	8	
3	3		4,14	12		5,8 10,13	6		2,7			1,11	9		
4	5 6,11	7		9,14			2,12	13			1,10		3,8	4	
5	10				2,8 11,14					1,3,4 6,7,9 12,13					
6	9		2,7	6		4,5 10,14	3		1,11			8,13	12		
7	2 5,12	4		3,8			9,14	1			7,10		6,11	13	
8	3 10,13	11		7,12			1,6	14			5,8		4,9	2	
9	6		8,13	9		1,5 10,11	12		4,14			2,7	3		
10	5				1,4 7,13					2,3,6 8,9,11 12,14	10				
11	4 9,10	8		1,6			3,13	2			5,14		7,12	11	
12	12		1,11	3		2,5 7,10	9		8,13			4,14	6		
13	3 5,8	1		2,12			6,11	4			10,13		9,14	7	
14	1 6,10	2		4,9			7,12	8			5,11		3,13	14	

Dans toutes les coupes horizontales, les chiffres marchent dans la direction $-x\mathrm{X} + 1\mathrm{Y}$.

Équation $x^4 + cx^2 + a \equiv 0$. Cube n° 0, face verticale du fond du cube.

(Module 12).

a \ c	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	6			3,9					2,4 8,10			1,5 7,11
1	6				2,4 8,10		3,9				1,5 7,11	
2	2,4,6 8,10									1,3,5 7,9,11		
3	3,6,9								1,2,4 5,7,8 10,11			
4	6			3,9	2,4 8,10			1,5 7,11				
5	2,4,6 8,10						1,3,5 7,9,11					
6	6					1,5 7,11			2,4 8,10	3,9		
7	3,6,9				1,2,4 5,7,8 10,11							
8	2,4,6 8,10			1,3,5,7 9,11								
9	6		1,5 7,11				3,9		2,4 8,10			
10	6	1,5 7,11			2,4 8,10					3,9		
11	Tous											

Dans ce tableau, les chiffres marchent dans la direction $- x^2X + 1Y$.

Équation $x^4 + bx + a \equiv 0$. Cube n° 0, coupe horizontale n° 0.

(Module 12).

b

a	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	6			3,9					2,4 8,10			1,5 7,11
1	3 8,11				4,7		2,5 6,9				1,10	
2	4 6,10	5,11			2,8					1,3 7,9		
3	9		2,7 10,11				3,6		1,4 5,8			
4	2,6,8			3,5 9,11	4,10			1,7				
5	3,4,7				8,11		1,6 9,10				2,5	
6	6					1,5 7,11			2,4 8,10	3,9		
7	5,8,9				1,4		2,3 6,11				7,10	
8	4 6,10			1,3 7,9	2,8			5,11				
9	3		1,2 5,10				6,9		4,7 8,11			
10	2,6,8	1,7			4,10					3,5 9,11		
11	1,4,9				5,8		3,6 7,10				2,11	

Dans ce tableau, les chiffres marchent dans la direction $-xX + 1Y$.

Équation $x^4 + dx^3 + a \equiv 0$. Ligne de base des cubes successifs.

(Module 12).

a \ d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	6			3,9					2,4 8,10			1,5 7,11
1	2,3,6 8,11				4 7,10		5,9				1	
2	4 6,10	5,11			2,8					1,3 7,9		
3	6,9		7,11				3		1,2,4,5 8,10			
4	2,6,8			3,5 9,11	4,10			1,7				
5	3,4,6 7,10				2 8,11		1,9				5	
6	6					1,5 7,11			2,4 8,10	3,9		
7	2,5,6 8,9				1 4,10		3,11				7	
8	4 6,10			1,3 7,9	2,8			5,11				
9	3,6		1,5				9		2,4,7,8 10,11			
10	2,6,8	1,7			4,10					3,5 9,11		
11	1,4,6 9,10				2,5,8		3,7				11	

Dans ce tableau, les chiffres marchent dans la direction — $\alpha^3 X + 1Y$.

Ces coupes font partie de l'espace à quatre dimensions correspondant à l'équation $x^4 + dx^3 + cx^2 + bx + a \equiv 0$. d indique le rang du cube, c le rang de la coupe, b le rang de la ligne, a le rang de la case.

M. Gabriel ARNOUX

Ancien Officier de Marine, aux Mées (Basses-Alpes)

SOLUTION DES ÉQUATIONS ARITHMÉTIQUES DU TROISIÈME DEGRÉ DE MODULE PREMIER IMPAIR [I]

— Séance du 9 septembre —

Dans un autre mémoire, j'ai indiqué dans quelles cases d'un espace arithmétique on devait loger les solutions réelles des équations qui leur correspondent.

Dans celui-ci, je vais montrer la place que doivent occuper les solutions dites imaginaires.

Pour dire le plus de choses possibles avec le moins grand nombre de mots, nous conviendrons d'une manière générale de désigner une équation par le nombre qui lui correspond, exprimé en chiffres du module de la congruence.

Ainsi $x^3 + cx^2 + bx + a \equiv 0$, sera représenté par cba; nombre qui détermine avec précision la case correspondante de l'espace arithmétique.

Quand plusieurs chiffres correspondront à une solution, nous les mettrons entre parenthèses en les séparant par des virgules; ainsi $(\alpha, 6, \gamma)$ voudra dire un quelconque des chiffres α, 6, γ.

Dans les espaces arithmétiques qui donnent les solutions dites réelles des équations, les solutions répétées ne sont pas indiquées; il est facile, au moyen de la dérivée de la fonction de trouver les solutions répétées. On peut également les trouver par les procédés de l'arithmétique graphique. Soient $\alpha, 6, \gamma$ les chiffres inscrits dans une case correspondant à une équation; on divise le premier membre par $(x - \alpha)(x - 6)(x - \gamma)$; on cherche les solutions du quotient, et on recommence l'opération jusqu'à ce que l'on obtienne un quotient qui n'ait plus de racines réelles; on a alors ce que Serret appelle une fonction irréductible; soit ν son degré, cette fonction correspond à une case blanche d'un espace à ν dimensions. Toute la question est donc ramenée à remplir les cases vides d'un espace arithmétique.

Serret (*Algèbre supérieure*, v. II, p. 138) dit : « le nombre N des fonctions entières d'un degré premier ν, irréductibles suivant un module premier p est $N = \frac{p^\nu - p}{\nu}$. Le lecteur voudra bien remarquer que *le nombre des*

cases blanches de nos espaces est précisément le nombre indiqué par Serret; donc, ces cases correspondent à chacune des équations irréductibles, ce qui a une certaine importance au point de vue de la théorie.

Ne voulant soulever aucune discussion théorique, je me contenterai d'exposer des faits; les théoriciens en tireront ensuite les conséquences qu'ils jugeront convenables.

Je vais indiquer sommairement ce que j'entends par expressions analytiques imaginaires.

Les fonctions arithmétiques sont comme les fonctions algébriques, formées au moyen des opérations élémentaires directes et inverses.

Directes: Addition, multiplication, puissantiation.

Inverses: Soustraction, division, radication que l'on combine de toutes les manières possibles. Si l'on n'emploie que les opérations directes, le résultat est toujours un chiffre. Si l'on emploie des opérations inverses, ce résultat peut, ne plus être un chiffre, certaines opérations étant inexécutables, suivant les chiffres, suivant les modules; pour les exprimer on est donc forcé de s'en tenir à leur expression analytique, qui peut être plus ou moins compliquée. J'appellerai donc *expression analytique imaginaire*, une opération complexe de ce genre — on pourrait appeler réelles, celles qui se traduisent par un chiffre.

La soustraction donne toujours un chiffre pour résultat; soustraire un chiffre étant ajouter le complément au module de ce chiffre.

Les tables de division des modules composés, montrent par leurs cases blanches qu'il existe des quotients imaginaires.

Quant à la radication, l'opération est ramenée à la division, en opérant sur des indices; en n'oubliant pas, toutefois, que *relativement à ces opérations c'est l'indicateur qui est le module des indices.*

Cet indicateur peut, suivant les cas, être $m^n - 1$, si n est le degré de la fonction qui donne naissance aux imaginaires.

Pour désigner l'opération de radication, nous emploierons le signe $\sqrt{\ }$, que nous n'affecterons d'aucun indice, toutes les fois qu'il ne pourra en résulter aucune confusion; ainsi, quand il s'agira des équations du troisième degré, $\sqrt{\ }$ signifiera une racine cubique, et quand il s'agira de celles du deuxième degré, ce signe symbolisera une racine carrée; l'indice ne sera appliqué que lorsqu'il pourra y avoir confusion; cela donnera une économie typographique.

L'indicateur de tout nombre premier impair est un nombre composé; *sa composition a une importance capitale, car de là naissent les imaginaires.*

D'abord il est toujours un nombre pair, par suite, *à tout indice impair correspondra un non carré, dont la racine carrée est imaginaire.*

Quand l'indicateur est divisible par 3, il y aura des indices divisiblse

par 3, et d'autres qui ne le seront pas — ces derniers correspondront à des radicaux cubiques imaginaires.

Quand l'indicateur ne sera pas divisible par 3, tout indice étant divisible par 3, il y aura une racine réelle et deux racines imaginaires du second degré correspondant à tout indice.

De là la division de l'étude des équations du troisième degré en deux catégories bien distinctes; celles dont le module a un indicateur divisible par 3, comme 7, 13, 19..... et celles dont le module a un indicateur non divisible par 3, comme 5, 11, 17...

Je vais d'abord traiter la question pour les modules de la première catégorie, nous passerons ensuite à ceux de la seconde.

Le module 7 étant tout petit, nous le prendrons pour exemple; cela nous permettra d'étaler sous les yeux du lecteur la solution complète, ce qui rend les choses plus claires et supplée à une foule d'explications dont on peut se dispenser, laissant au lecteur le soin et le plaisir d'y voir sans aucun aide tout ce qui y est compris.

Je compléterai le tableau des solutions réelles en insérant dans chaque case les solutions répétées, toutes les fois qu'il y aura lieu, ce qui éclairera bien mieux les questions.

Avant d'entrer en matière, je rappellerai certaines propositions et procédés algébriques qui, *mutatis mutandis*, s'appliquent aux fonctions arithmétiques.

Loi de composition des coefficients en fonction des racines. La somme des produits 1 à 1 des racines, égale le 2e terme, la somme des produits 2 à 2, le 3e..., la somme des produits n à n, le $(n+1)^{me}$; chaque somme étant prise alternativement avec le signe moins et le signe plus, en commençant par le signe moins; l'équation étant considérée comme complète. Cette loi a une importance énorme, tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique.

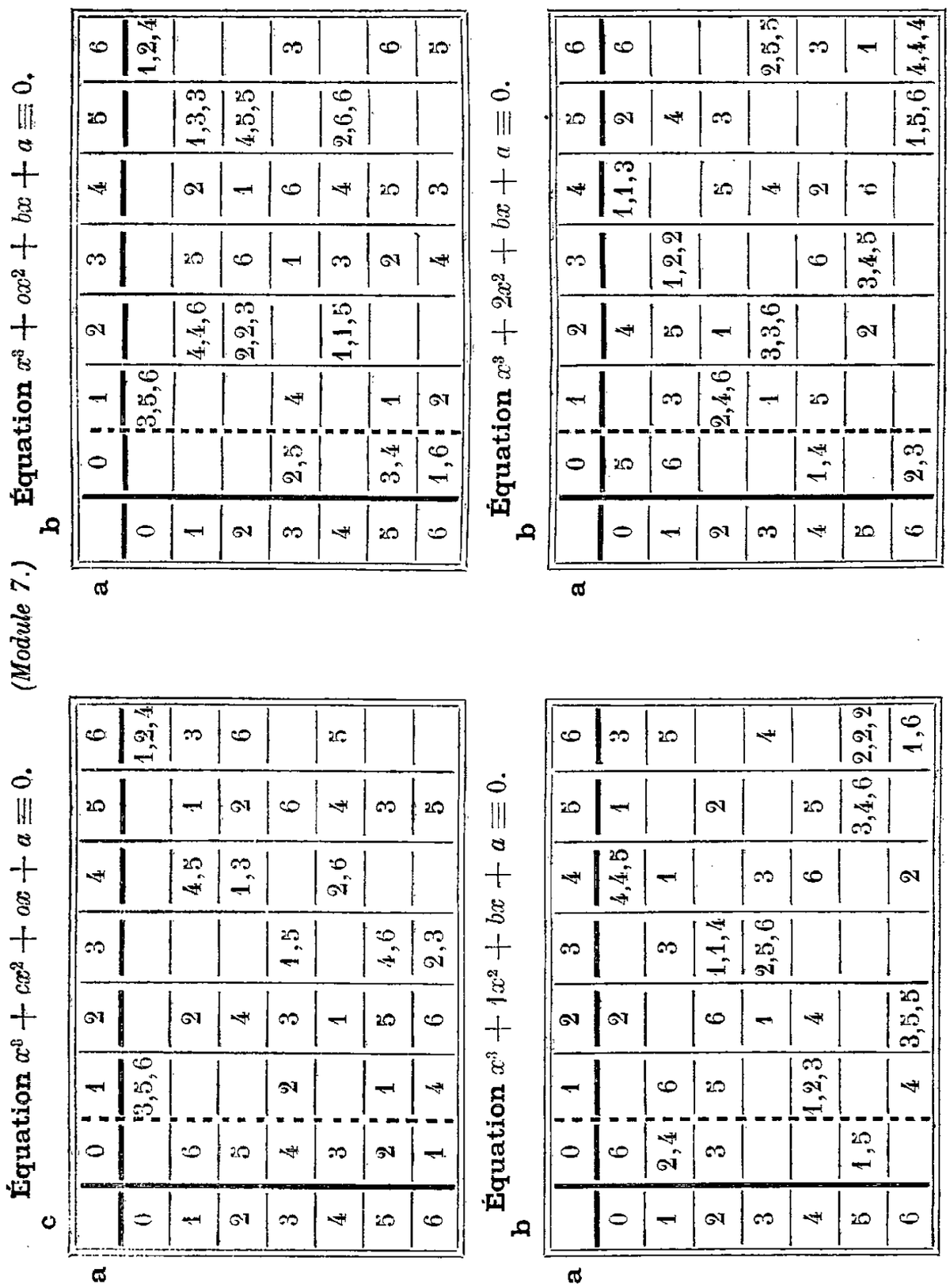
Quand on multiplie toutes les racines d'une équation par le nombre entier k, on a les racines d'une nouvelle équation dans laquelle le coefficient du second terme est multiplié par k, celui du troisième par k^2, et celui du $(n+1)^{me}$ par k^n.

Si l'on ajoute un nombre entier à toutes les racines d'une équation à coefficients réels, on a les racines d'une nouvelle équation à coefficients réels donnés par la formule (ici nous ne nous occupons que du 3me degré)

$$\begin{vmatrix} x^3 + 3h & x^2 + 3h^2 & x + h^3 \\ + c & + 2ch & + ch \\ & + b & + bh \\ & & + a \end{vmatrix} = 0.$$

dans laquelle il faut prendre pour h, le complément du chiffre ajouté aux racines de l'équation $x^3 + cx^2 + bx + a \equiv 0$.

Nous n'emploierons jamais le signe — ayant soin, toutes les fois que



Équation $x^3 + ax^2 + bx + a \equiv 0$. *(Module 7.)*

a \ b	0	1	2	3	4	5	6
0		3,5,6					1,2,4
1			4,4,6	5	2	1,3,3	
2			2,2,3	6	1	4,5,5	
3		2,5	4	1	6		3
4			1,1,5	3	4	2,6,6	
5		3,4	1	2	5		6
6		1,6	2	4	3		5

Équation $x^3 + 2x^2 + bx + a \equiv 0$.

a \ b	0	1	2	3	4	5	6
0	5		4		1,1,3	2	6
1	6	3	5	1,2,2		4	
2		2,4,6	1		5	3	
3		1	3,3,6		4		2,5,5
4	1,4	5		6	2		3
5			2	3,4,5	6		1
6	2,3					1,5,6	4,4,4

Équation $x^3 + cx^2 + ax + a \equiv 0$.

a \ c	0	1	2	3	4	5	6
0		3,5,6					1,2,4
1	6		2		4,5	1	3
2	5		4		1,3	2	6
3	4	2	3	1,5		6	
4	3		1		2,6	4	5
5	2	1	5	4,6		3	
6	1	4	6	2,3		5	

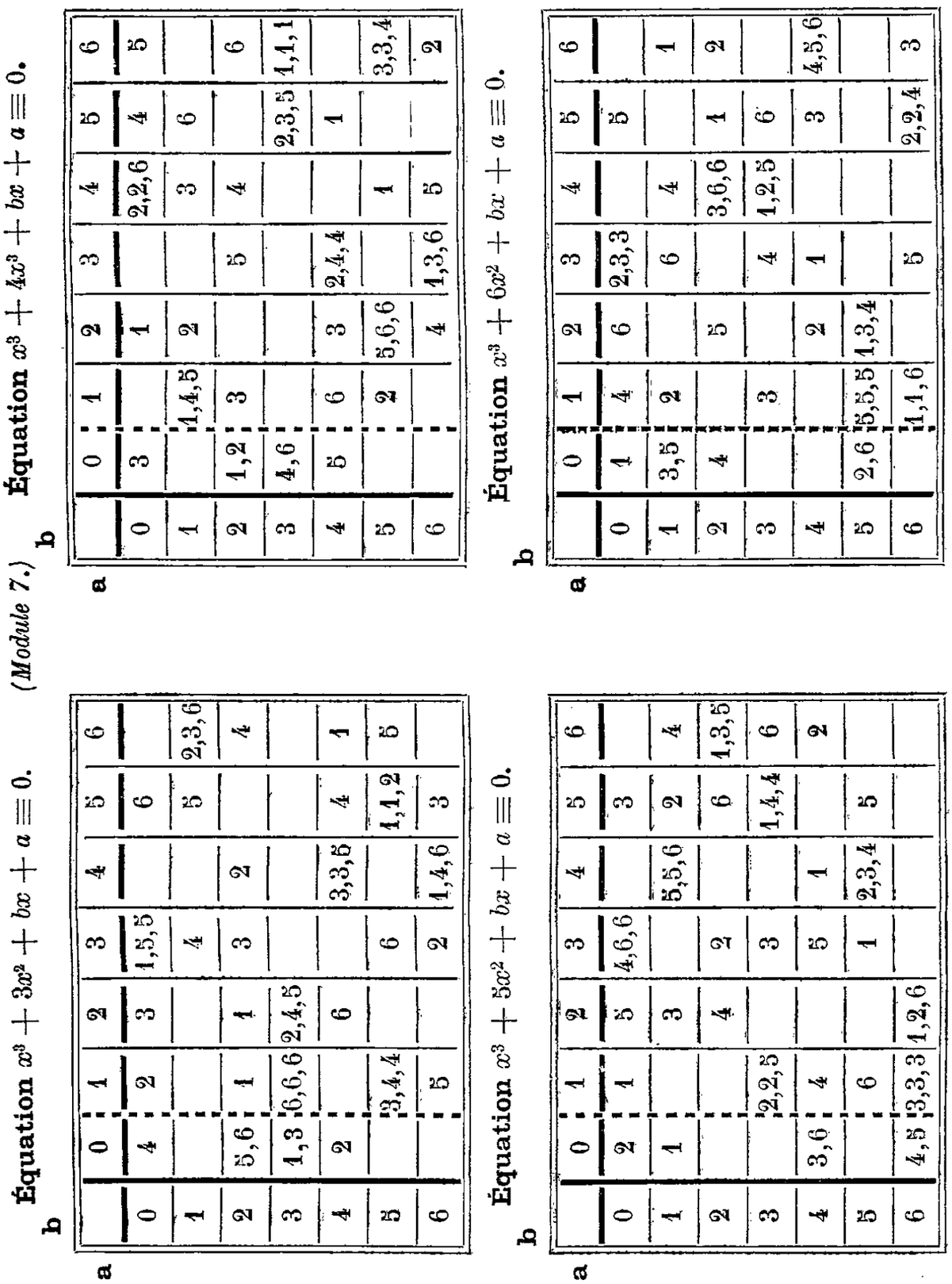
Équation $x^3 + 1x^2 + bx + a \equiv 0$.

a \ b	0	1	2	3	4	5	6
0	6		2		4,4,5	1	3
1	2,4	6		3	1		5
2	3	5	6	1,1,4		2	
3			1	2,5,6	3		4
4		1,2,3	4		6	5	
5	1,5					3,4,6	2,2,2
6		4	3,5,5		2		1,6

nous le rencontrerons dans nos opérations, de remplacer le coefficient qu'il affecte par son complément au module de la congruence.

Quand on forme les puissances successives des chiffres, on s'aperçoit de

suite que celles de certains d'entre eux, reproduisent la totalité des autres sans exception; on les a nommés *racines primitives;* de même si l'on prend des expressions imaginaires de la forme $((m)) + ((m))\,i^1 + ((m))\,i^2$



(i étant un radical imaginaire), on voit que les puissances successives de certaines expressions reproduisent la totalité des autres; par analogie on peut les appeler racines primitives d'une table de puissance d'expressions imaginaires.

Quand la table est formée, avec ses indices, toute puissance dont l'indice est premier à l'indicateur, est une racine primitive.

Les puissances dont les indices ne sont pas premiers à l'indicateur, ne donneront qu'une partie de la suite ; il est facile de se rendre compte du nombre de termes qu'aura la suite correspondante.

Une expression imaginaire étant donnée, il y a lieu de déterminer les coefficients de l'équation qu'elle résoud.

Prenons l'équation $x^3 + bx + a \equiv 0$, et désignons par A et B deux radicaux cubiques imaginaires ; on a $(A + B)^3 \equiv A^3 + B^3 + 3AB\,(A + B)$ en mettant l'expression analytique $(A + B)$ à la place de x dans l'équation ci-dessus on a $A^3 + B^3 + (b + 3AB)\,(A + B) + a \equiv 0$.

Si nous faisons $b + 3AB \equiv 0$ et $a + A^3 + B^3 \equiv 0$, l'expression $(A + B)$ est racine de l'équation. Or A^3 et B^3 sont toujours réels ; pour que l'expression $(A + B)$ soit la solution d'une équation à coefficients réels, il suffit que AB soit un cube.

Pour savoir si AB est un cube, il suffit de prendre les indices de A et de B et de faire la somme ; si cette somme est divisible par 3, AB est un cube, et sa valeur est multiforme ; il y aura trois chiffres qui rempliront les conditions voulues pour b, nous les mettrons entre parenthèses, en les séparant par des virgules.

Le cas le plus simple de ces expressions est celui ou B est le carré de A ; on tombe dans le cas signalé par Galois et Serret dans leur étude sur les imaginaires arithmétiques, les expressions prennent la forme $i^1 + i^2$; si on multiplie chaque imaginaire par $((m))$ et qu'on ajoute $((m))$ on a toutes les expressions de la forme $((m)) + ((m))i + ((m))i^2$.

Si l'on prend pour base d'une table de logarithmes d'expressions imaginaires, une racine primitive, la table contiendra la totalité des expressions de cette forme.

Ces tables permettent de résoudre, avec facilité, les équations du troisième degré et plus spécialement celles de la forme $x^3 + bx + a \equiv 0$.

Équation du *deuxième degré*, module 7. Serret (*Algèbre supérieure*, v. II, p. 183), donne l'équation $x^2 - x + 3 \equiv 0$, ou $x^2 + 6x + 3 \equiv 0$ comme congruence irréductible, ayant pour racine une racine primitive.

Une des racines de cette équation est $4 + \sqrt{6}$. Si nous formons les puissances successives de cette expression, si nous les accompagnons de leurs indices et si nous indiquons la case de l'espace arithmétique où elles doivent être logées, nous avons le tableau suivant :

Indices .	1	2	3	4	5	6	7	8
Puissances. .	$4+\sqrt{6}$	$1+\sqrt{6}$	$3+5\sqrt{6}$	$2\sqrt{6}$	$5+\sqrt{6}$	$5+2\sqrt{6}$	$4+6\sqrt{6}$	3
Cases . .	63	52	16	04	45	41	63	12
Indices .	9	10	11	12	13	14	15	16
Puissances. .	$5+3\sqrt{6}$	$3+3\sqrt{6}$	$2+\sqrt{6}$	$6\sqrt{6}$	$1+3\sqrt{6}$	$1+6\sqrt{6}$	$5+4\sqrt{6}$	2
Cases . .	46	14	35	01	53	52	46	34
Indices .	17	18	19	20	21	22	23	24
Puissances. .	$1+2\sqrt{6}$	$2+2\sqrt{6}$	$6+3\sqrt{6}$	$4\sqrt{6}$	$3+2\sqrt{6}$	$3+4\sqrt{6}$	$1+5\sqrt{6}$	6
Cases . .	55	31	23	02	16	14	55	21
Indices .	25	26	27	28	29	30	31	32
Puissances. .	$3+6\sqrt{6}$	$6+6\sqrt{6}$	$4+2\sqrt{6}$	$5\sqrt{6}$	$2+6\sqrt{6}$	$2+5\sqrt{6}$	$3+\sqrt{6}$	4
Cases . .	13	22	66	04	35	31	13	62
Indices .	33	34	35	36	37	38	39	40
Puissances. .	$2+4\sqrt{6}$	$4+4\sqrt{6}$	$5+6\sqrt{6}$	$\sqrt{6}$	$6+4\sqrt{6}$	$6+\sqrt{6}$	$2+3\sqrt{6}$	5
Cases . .	36	64	45	01	23	22	36	44
Indices .	41	42	43	44	45	46	47	48
Puissances. .	$6+5\sqrt{6}$	$5+5\sqrt{6}$	$1+4\sqrt{6}$	$3\sqrt{6}$	$4+5\sqrt{6}$	$4+3\sqrt{6}$	$6+2\sqrt{6}$	1
Cases .	25	41	53	02	66	64	25	01

Dès que l'on a construit la première ligne de la table, les autres lignes s'obtiennent par un calcul très simple, — remarquons que 3 est une racine primitive dans les tables concernant les chiffres pour le module 7 ; la deuxième ligne s'obtient en multipliant respectivement tous les termes de la première par 3^1 ; la troisième ligne en multipliant par 3^2, et ainsi de suite, jusqu'à la dernière qui donne 1 pour puissance quarante-huitième.

Si au lieu de $4 + \sqrt{6}$ qui est une racine primitive, on prenait $1 + \sqrt{3}$ ou $1 + \sqrt{5}$ qui sont également des racines primitives, on aura d'autres tables et d'autres expressions analytiques — je m'abstiens de toute discussion au sujet de leur identité ou de leur hétérogénéité, — je donne des expressions analytiques qui, mises à la place de x, rendent le premier membre de l'équation égal à zéro, voilà tout.

Si à ce tableau nous adjoignons l'espace arithmétique du deuxième degré, module 7, nous avons la solution complète de l'équation

$$x^2 + bx + a \equiv 0.$$

Équation $x^2 + bx + a \equiv 0.$

(Module 7).

b

a

	0	1	2	3	4	5	6
0				2,5		3,4	1,6
1	6	2,4	3,3			1,5	
2	5	6,6			1,4		2,3
3	4		5,6	1,3	2,2		
4	3		1,2	4,6	5,5		
5	2	1,1			3,6		4,5
6	1	3,5	4,4			2,6	

Dans les divers espaces arithmétiques que nous donnerons, la première colonne des divers plans sera isolée au moyen d'une ligne pointillée, cette colonne n'ayant aucun rapport avec l'équation du degré que l'on étudie, cela permettra de compter et de voir d'un coup d'œil les cases blanches concernant ce degré.

Serret (*Algèbre supérieure*, v. II, p. 185), donne l'équation $x^3 - x + 2 \equiv 0 \pmod 7$ comme congruence irréductible, ayant pour racine une racine primitive ; une des solutions de cette équation, qu'on peut écrire : $x^3 + 6x + 2 \equiv 0$ est $\sqrt[3]{3} + \sqrt[3]{2}$; en remarquant que 2 est le carré de 3, on facilite le calcul en remplaçant $\sqrt[3]{3}$ par i et $\sqrt[3]{2}$ par i^2 et admettant que $i^3 = 3$.

En effectuant les calculs jusqu'à la puissance d'indice 57, toutes les autres puissances s'obtiennent par un calcul très simple, en employant le même procédé que nous avons employé en construisant la table des imaginaires du deuxième degré. On peut même économiser le travail en remarquant que la puissance 19 est $6i^2$, par suite, en multipliant la suite des 19 premiers termes par $6i^2$, nous obtenons les 19 termes suivants ; les 19 suivants sont obtenus en multipliant ces mêmes 19 premiers termes par $3i$, ce qui nous amène à la puissance 57 qui égale 5.

Ce procédé est d'ailleurs absolument général. Comme 5 est une racine primitive pour les tables de puissances des chiffres, nous sommes dès maintenant certains que $\sqrt{3} + \sqrt{2}$ est une racine primitive.

Table des puissances d'imaginaires du 3e degré avec $i^3 \equiv 3$.

1 $i + i^2$	2 $6 + 3i + i^2$	3 $5 + 2i + 2i^2$	4 $5 + 4i$	5 $5 + 5i + 2i^2$
6 $4i + 3i^2$	7 $2i + 4i^2$	∪ $4 + 5i + 2i^2$	9 $3i + 2i^2$	10 $1 + 6i + 3i^2$
11 $6 + 3i$	12 $2 + 6i + 2i^2$	13 $3 + i + i^2$	14 $6 + 6i + 4i^2$	15 $2 + 4i + 5i^2$
16 $6 + 3i + 6i^2$	17 $6 + 3i + 2i^2$	18 $1 + 5i + 2i^2$	19 $6i^2$	

La table étant complétée, il n'y a plus qu'à calculer par le procédé que nous avons donné ci-dessus, la case qui correspond à chaque puissance, et l'on a pour le troisième degré un tableau analogue à celui que nous avons donné pour le deuxième degré, tableau qui joint à l'espace arithmétique, qui donne les solutions réelles du troisième degré, donne la solution complète de l'équation du troisième degré module 7, en fonction d'expressions ou l'imaginaire i est égale à $\sqrt[3]{3}$. Quand on a calculé les cases des 57 premières puissances, les cases des 57 puissances suivantes s'obtiennent

en multipliant tour à tour le premier chiffre à gauche par 5^1, le deuxième par 5^2 et le troisième par 5^3 ; la série suivante s'obtient en opérant sur ces mêmes cases par les premières, deuxièmes et troisièmes puissances de 5^2 et ainsi de suite ; par suite d'une des propositions signalées plus haut.

Mais si tout cela est instructif comme théorie, c'est bien long comme pratique, et le praticien peut désirer quelque chose de plus expéditif ; il a à sa disposition plusieurs procédés, au milieu de tant d'autres que chacun peut inventer ; ce sont d'abord les formules de solution des équations algébriques appliquées *mutatis mutandis*.

Pour le second degré on a les solutions de $x^2 + bx + a \equiv 0$ par l'expression analytique $x = -\frac{b}{a} \pm \sqrt[2]{\frac{b^2}{4} - a}$.

Pour le troisième degré, la formule dite de *Cardan* donne très bien les solutions de l'équation $x^3 + bx + a \equiv 0$.

On sait que cette formule est la suivante :

$$x = \sqrt[3]{-\frac{a}{2} + \sqrt[2]{\mathrm{R}}} + \sqrt[3]{-\frac{a}{2} - \sqrt[2]{\mathrm{R}}},$$

$$\mathrm{R} = \frac{a^2}{4} + \frac{b^3}{27}.$$

et en représentant les deux radicaux cubiques par A et B et les racines cubiques du chiffre 1, par 1, α, β, on a pour les trois racines obéissant à la loi des coefficients, le groupe $\mathrm{A} + \mathrm{B}$, $\alpha\mathrm{A} + \beta\mathrm{B}$, $\beta\mathrm{A} + \alpha\mathrm{B}$, pour le module 7, les trois racines cubiques de 1 sont 1, 2, 4.

On peut également se servir du procédé que nous avons donné ci-dessus, pour vérifier si une expression analytique est racine d'une équation à coefficients réels, et pour bien faire ressortir les choses, nous allons opérer sur le module 13, un peu plus grand que le module 7 et sur lequel des considérations à demi cachées pour le module 7, ressortent avec une grande netteté.

Nous commencerons par donner *(fig. 4)*, le plan n° zéro, donnant toutes les solutions réelles, en ayant soin d'y insérer les solutions répétées.

Équation $x^3 + bx + a \equiv 0$.

(Module 13.)

b

a	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0		4,10 12				2,5,6			7,8 11				1,3,9
1	5,8	7	1,2	2,2,9	10					3	4,4 11	1	6
2		2		12		8	3,4,6	7,9 10	5		1		11
3	6,7	11	4	3,5,5	12					1	8,8 10	9	2
4	3,10		8 9,9	11		12	7	6	1		2	4,4,5	
5		6		10		11	5,9 12	1,4,8	2		3		7
6		5		4		7	1,2 10	3,11 12	6		9		8
7		9	6		2,3,8	1			12	5,10 11		7	4
8		3	2		1,5,7	9			4	6,8 12		11	10
9	2,11	8	10	1,6,6	4					9	7,7 12	3	5
10	4,9		1,1 11	7		10	8	5	3		6	2,12 12	
11		1	5		6,9 11	3			10	2,4,7		8	12
12	1,12		3,3,7	8		4	11	2	9		5	6,10 10	

L'équation $x^3 + a \equiv 0$ correspond à la ligne 0 du plan 0; c'est dans cette ligne que doivent être insérées toutes les solutions y relatives. Pour le module 13, il y a 8 cases blanches, voyons les expressions analytiques qui doivent les occuper.

Chacune des racines cubiques des chiffres 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11 est une expression imaginaire; si l'on renverse l'ordre, on a le tableau suivant:

Cases . .	2	3	4	6	7	9	10	11
Racines .	$\sqrt{11}$	$\sqrt{10}$	$\sqrt{9}$	$\sqrt{7}$	$\sqrt{6}$	$\sqrt{4}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{2}$

Chaque racine peut occuper la case qui lui correspond dans ce tableau.

Si nous formons la table de multiplication suivante :

	2	3	4	6	7	9	10	11
1	2	3	4	6	7	9	10	11
5	10	2	7	4	9	6	11	3
8	3	11	6	9	4	7	2	10
12	11	10	9	7	6	4	3	2

nous y voyons que 2 par exemple $\equiv 1 \times 2 \equiv 5 \times 3 \equiv 8 \times 10 \equiv 12 \times 11$, par suite $\sqrt[3]{2} \equiv \sqrt[3]{1}\,\sqrt[3]{2} \equiv \sqrt[3]{5}\,\sqrt[3]{3} \equiv \sqrt[3]{8}\,\sqrt[3]{10} \equiv \sqrt[3]{12}\,\sqrt[3]{11}$.

Mais $\sqrt[3]{1} \equiv (1,3,9)$, $\sqrt[3]{5} \equiv (7,8,11)$, $\sqrt[3]{8} \equiv (2,5,6)$, $\sqrt[3]{12} \equiv (4,10,12)$;
par suite, la case 11 pourra recevoir les expressions analytiques :

$$(1,3,9)\sqrt{2},\ (7,8,11)\sqrt{3},\ (2,5,6)\sqrt{10},\ (4,10,12)\sqrt{11}\ ;$$

chacune de ces expressions analytiques élevées au cube donnera 2, et par suite résoudra l'équation $x^3 + 11 \equiv 0$.

Je ne discute en aucune façon ce qu'un pareil résultat peut avoir de contraire aux théories acceptées actuellement comme irréfutables ; *je constate le fait que ces expressions analytiques mises à la place de* x *dans l'équation* $x^3 + a \equiv 0$, *rendent le premier membre égal à zéro.*

Si au lieu de 2, l'on prend un autre chiffre quelconque dans la table des produits, il en sera de même ; par suite, chaque case pourra recevoir 12 expressions analytiques résolvant l'équation qui lui correspond. Passons maintenant aux 48 cases blanches du reste du plan n° 0.

Nous avons vu que $a \equiv -(A^3 + B^3)$ et $B \equiv -3AB.(A^3 + B^3)$ est toujours réel ; quant à b, pour qu'il soit réel, il suffit que AB soit réel, ou que le produit des quantités sous le radical soit un cube.

Prenons la table des puissances des chiffres pour le module 13, nous avons :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Indices.
2	4	8	3	6	12	11	9	5	10	7	1	Puissances.

Si sur la ligne des indices, nous prenons deux indices quelconques non multiples de 3, et si on en fait la somme ; si cette somme est un multiple de 3, les deux puissances correspondantes remplissent les conditions pour que AB soit réel.

Mais l'expression AB est multiforme et donne pour solution les trois racines des quatre cubes du module 13, qui sont 1, 5, 8, 12.

$$\sqrt[3]{1} = (1,3,9),\ \sqrt[3]{5} = (7,8,11),\ \sqrt[3]{8} = (2,5,6),\ \sqrt[3]{12} = (4,10,12).$$

Si nous prenons toutes les combinaisons possibles d'indices non multiples de 3, dont la somme donne un multiple de 3, nous avons le tableau suivant :

INDICES		SOMME	SOLUTIONS CORRESPONDANTES	CASES OU L'ON DOIT LES LOGER
1	2	3	$\sqrt[3]{2} + \sqrt[3]{4}$ ×	0 (7,8,11) 7
1	5	6	$\sqrt[3]{2} + \sqrt[3]{6}$	0 (1,3,9) 5
1	11	12	$\sqrt[3]{2} + \sqrt[3]{7}$	0 (4,10,12) 4
1	8	9	$\sqrt[3]{2} + \sqrt[3]{9}$	0 (2,5,6) 2
4	2	6	$\sqrt[3]{3} + \sqrt[3]{4}$ ×	0 (1,3,9) 6
4	5	9	$\sqrt[3]{3} + \sqrt[3]{6}$	0 (2,5,6) 4
4	11	15	$\sqrt[3]{3} + \sqrt[3]{7}$	0 (7,8,11) 3
4	8	12	$\sqrt[3]{3} + \sqrt[3]{9}$ ×	0 (4,10,12) 1
2	10	12	$\sqrt[3]{4} + \sqrt[3]{10}$	0 (4,10,12) 12
2	7	9	$\sqrt[3]{4} + \sqrt[3]{11}$ ×	0 (2,5,6) 11
5	10	15	$\sqrt[3]{6} + \sqrt[3]{10}$ ×	0 (7,8,11) 10
5	7	12	$\sqrt[3]{6} + \sqrt[3]{11}$	0 (4,10,12) 9
11	10	21	$\sqrt[3]{7} + \sqrt[3]{10}$ ×	0 (2,5,6) 9
11	7	18	$\sqrt[3]{7} + \sqrt[3]{11}$	0 (1,3,9) 8
8	10	18	$\sqrt[3]{9} + \sqrt[3]{10}$ ×	0 (1,3,9) 7
8	7	15	$\sqrt[3]{9} + \sqrt[3]{11}$	0 (7,8,11) 6

Nous remarquerons que sur 16 groupes de radicaux cubiques, il y en a seulement 7 qui sont de la forme $i^1 + i^2$, c'est-à-dire dont l'un des radicaux soit le carré de l'autre (ils sont marqués d'une croix).

Si maintenant nous prenons l'un quelconque des groupes de radicaux contenus dans la figure 5, si ensuite nous multiplions chacun des radicaux par chacun des 12 chiffres du module 13, nous avons 144 résultats diffé-

4	1	2,2	6,5	5,6	5,2	2,5	6,6	6,2	5,5	2,6
10	1	5,2	2,5	6,6	6,2	5,5	2,6	2,2	6,5	5,6
12	1	6,2	5,5	2,6	2,2	6,5	5,6	5,2	2,5	6,6
2	2	1,2	3,5	9,6	9,2	1,5	3,6	3,2	9,5	1,6
5	2	9,2	1,5	3,6	3,2	9,5	1,6	1,2	3,5	9,6
6	2	3,2	9,5	1,6	1,2	3,5	9,6	9,2	1,5	3,6
7	3	5,4	2,10	6,12	6,4	5,10	2,12	2,4	6,10	5,12
8	3	2,4	6,10	5,12	5,4	2,10	6,12	6,4	5,10	2,12
11	3	6,4	5,10	2,12	2,4	6,10	5,12	5,4	2,10	6,12
2	4	2,1	5,3	6,9	5,1	6,3	2,9	6,1	2,3	5,9
5	4	5,1	6,3	2,9	6,1	2,3	5,9	2,1	5,3	6,9
6	4	6,1	2,3	5,9	2,1	5,3	6,9	5,1	6,3	2,9
4	4	1,4	3,10	9,12	9,4	1,10	3,12	3,4	9,10	1,12
10	4	9,4	1,10	3,12	3,4	9,10	1,12	1,4	3,10	9,12
12	4	3,4	9,10	1,12	1,4	3,10	9,12	9,4	1,10	3,12
1	5	1,1	9,3	3,9	9,1	3,3	1,9	3,1	1,3	9,9
3	5	3,1	1,3	9,9	1,1	9,3	9,9	9,1	9,3	1,9
9	5	9,1	3,3	1,9	3,1	1,3	3,9	1,1	3,3	3,9
1	6	2,7	5,8	6,11	5,7	6,8	2,11	6,7	2,8	5,11
3	6	6,7	2,8	5,11	2,7	5,8	6,11	5,7	6,8	2,11
9	6	5,7	6,8	2,11	6,7	2,8	5,11	2,7	5,8	6,11
7	6	10,2	4,5	12,6	12,2	10,5	4,6	4,2	12,5	10,6
8	6	4,2	12,5	10,6	10,2	4,5	12,6	12,2	10,5	4,6
11	6	12,2	10,5	4,6	4,2	12,5	10,6	10,2	4,5	12,6

rents, soit 48×3; si nous prenons ensuite parmi eux ceux qui résolvent une même équation, nous trouvons 48 groupes de 3 expressions analytiques obéissant à la loi des coefficients; ces groupes ne contenant que les radicaux choisis.

Si enfin nous réunissons dans un même groupe, toutes les expressions qui mises à la place de x, résolvent une même équation, nous voyons que ces expressions sont au nombre de 9 pour chaque case.

1 7	7,2	8,5	11,6	11,2	7,5	8,6	8,2	11,5	7,6
3 7	8,2	11,5	7,6	7,2	8,5	11,6	11,2	7,5	8,6
9 7	11,2	7,5	8,6	8,2	11,5	7,6	7,2	8,5	11,6
7 7	1,7	9,8	3,11	9,7	3,8	1,11	3,7	1,8	9,11
8 7	3,7	1,8	9,11	1,7	9,8	3,11	9,7	3,8	1,11
11 7	9,7	3,8	1,11	3,7	1,8	9,11	1,7	9,8	3,11
1 8	10,4	4,10	12,12	12,4	10,10	4,12	4,4	12,10	10,12
3 8	4,4	12,10	10,12	10,4	4,10	12,12	12,4	10,10	4,12
9 8	12,4	10,10	4,12	4,4	12,10	10,12	10,4	4,10	12,12
2 9	7,4	8,10	11,12	11,4	7,10	8,12	8,4	11,10	7,12
5 9	11,4	7,10	8,12	8,4	11,10	7,12	7,4	8,10	11,12
6 9	8,4	11,10	7,12	7,4	8,10	11,12	11,4	7,10	8,12
4 9	4,1	10,3	12,9	10,1	12,3	4,9	12,1	4,3	10,9
10 9	10,1	12,3	4,9	12,1	4,3	10,9	4,1	10,3	12,9
12 9	12,1	4,3	10,9	4,1	10,3	12,9	10,1	12,3	4,9
7 10	7,1	11,3	8,9	11,1	8,3	7,9	8,1	7,3	11,9
8 10	8,1	7,3	11,9	7,1	11,3	8,9	11,1	8,3	7,9
11 10	11,1	8,3	7,9	8,1	7,3	11,9	7,1	11,3	8.9
2 11	4,7	10,8	12,11	10,7	12,8	4,11	12,7	4,8	10,11
5 11	10,7	12,8	4,11	12,7	4,8	10,11	4,7	10,8	12,11
6 11	12,7	4,8	10,11	4,7	10,8	12,11	10,7	12,8	4,11
4 12	8,7	7,8	11,11	7,7	11,8	8,11	11,7	8,8	7,11
10 12	7,7	11,8	8,11	11,7	8,8	7,11	8,7	7,8	11,11
12 12	11,7	8,8	7,11	8,7	7,8	11,11	7,7	11,8	8,11

Quant aux cases blanches des autres plans de l'espace arithmétique, si, successivement, nous ajoutons à chacune des expressions contenues dans une même case du plan 0 chacun des chiffres du module 13, nous avons des expressions analytiques garnissant toutes les cases blanches sans excep-

tion de l'espace arithmétique tout entier. Le calcul des cases où l'on doit les loger, se fait par les procédés ci-dessus indiqués, et chaque case contient 9 expressions analytiques.

Dans la figure 6, nous avons donné les expressions analytiques concernant le groupe de radicaux imaginaires $\sqrt[3]{2} + \sqrt[3]{6}$; aucun des radicaux n'est le carré de l'autre. La colonne de gauche de chaque tableau donne la case où les solutions situées sur la même ligne doivent être insérées, au nombre de 9. Dans le tableau, les chiffres du module 13 séparés par une virgule sont : le premier le coefficient de $\sqrt[3]{2}$, le second, le coefficient de $\sqrt[3]{6}$; de sorte que par exemple 2,2 situé en face de la case 41, signifie $2\sqrt[3]{2} + 2\sqrt[3]{6}$ et ainsi des autres.

Divers artifices de calcul, et l'emploi des tables, perméttent de faire ces calculs avec une extrême rapidité et de faibles chances d'erreur, et par des procédés presque entièrement mécaniques.

Nous allons maintenant nous occuper des modules tels que $(m - 1)$ n'est pas un multiple de 3, et comme type nous prendrons le module 5 qui, étant tout petit, nous permettra, sans de trop grands tableaux, l'exposition *in extenso*.

Pour le second degré, comme $(m - 1)$ est un multiple de 2, il n'y a qu'à reproduire ce qui a été fait pour le module 7.

Voici le tableau ou espace arithmétique à deux dimensions contenant toutes les solutions réelles de l'équation générale du 2e degré.

	0	1	2	3	4
0		2,3			1,4
1	4			1,3	2,2
2	3	4,4	1,2		
3	2	1,1	3,4		
4	1			2,4	3,3

Si nous prenons pour base des puissances imaginaires du 2e degré, une racine primitive $(1 + \sqrt{3})$ par exemple, et que nous fassions la table de logarithmes correspondante, nous avons :

Indices .	1	2	3	4	5	6
Puissances. .	$1+\sqrt{3}$	$4+2\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	$3+\sqrt{3}$	$1+4\sqrt{3}$	3
Cases . .	33	24	02	41	33	44
Indices .	7	8	9	10	11	12
Puissances. .	$3+3\sqrt{3}$	$2+\sqrt{3}$	$3\sqrt{3}$	$4+3\sqrt{3}$	$3+2\sqrt{3}$	4
Cases . .	42	11	03	24	42	21
Indices .	13	14	15	16	17	18
Puissances. .	$4+4\sqrt{3}$	$1+3\sqrt{3}$	$4\sqrt{3}$	$2+4\sqrt{3}$	$4+\sqrt{3}$	2
Cases . .	23	34	02	11	23	14
Indices .	19	20	21	22	23	24
Puissances. .	$2+2\sqrt{3}$	$3+4\sqrt{3}$	$2\sqrt{3}$	$1+2\sqrt{3}$	$2+3\sqrt{3}$	1
Cases . .	12	41	03	34	12	31

table qui contient à la fois les solutions des 10 cases blanches et des 4 cases dans lesquelles il y a deux solutions réelles égales, ces solutions étant comprises dans la table des puissances imaginaires du 2e degré.

Les trois lignes correspondantes comprennent: les indices ou logarithmes des puissances situées au-dessous de chacun d'eux, la troisième ligne donne le numéro de la case de l'espace arithmétique où ces expressions doivent être logées.

On a ainsi la solution complète de l'équation du second degré, dans un tableau synoptique, ce qui permet d'en bien saisir l'économie.

Quand on possède la table de logarithmes d'une équation du second degré, les cases où l'on doit loger chaque expression analytique, se calculent avec une grande facilité; le chiffre de gauche égale le complément au module du double de la partie réelle; le chiffre de droite égale la différence des carrés de la partie réelle et de la partie imaginaire.

Une remarque intéressante, c'est que dans la table des puissances telle que nous l'avons construite, si l'on considère les expressions analytiques situées sur une ligne horizontale, leurs conjuguées sont situées au même rang sur la diagonale en traits pointillés qui part de cette même ligne, de sorte qu'il suffit de calculer seulement les cases pour la moitié seulement des expressions de la table; les conjuguées étant logées dans une même case.

Le nombre 24, indicateur des imaginaires du second degré étant un multiple de 3, il y aura sur la ligne des indices, des indices multiples de 3 et d'autres qui ne le seront pas; les racines cubiques des puissances correspondant à des indices non multiples de 3 seront des expressions imaginaires du 3e degré.

Appelons expressions conjuguées, celles dont les termes réels sont identiques, et dont la somme des termes imaginaires égale zéro; si nous prenons les racines cubiques de ces expressions et que nous en fassions la somme, nous avons des expressions analytiques à deux radicaux cubiques qui résolvent les équations

(Module 5.)

Équation $x^3 + cx^2 + ox + a \equiv 0.$

a \ c	0	1	2	3	4
0		4	2	3	1
1	4			1,2	3
2	3		1		2,4
3	2	1,3		4	
4	1	2	3,4		

Équation $x^3 + ox^2 + bx + a \equiv 0.$

a \ b	0	1	2	3	4
0		4	2	3	1
1	2,3		4	1	
2			1,1,3	2,4,4	
3		1,2,2			3,3,4
4	1,4	3			2

Équation $x^3 + 1x^2 + bx + a \equiv 0.$

b

a	0	1	2	3	4
0	4			1,1,2	3
1		2,3,4	1		
2		1	4	3,3,3	2
3	1,3		2	4	
4	2		3		1,4,4

Équation $x^3 + 2x^2 + bx + a \equiv 0.$

b

a	0	1	2	3	4
0	3		1		2,2,4
1	4	1	2,3,3		
2	1,2	4			3
3		3	4	2	
4		2		1,3,4	1,1,1

Équation $x^3 + 3x^2 + bx + a \equiv 0.$

b

a	0	1	2	3	4
0	2	1,3,3		4	
1	1			2,2,3	4
2	3,4	2			1
3		4,4,4	3	1	2
4			1,2,4		3

Équation $x^3 + 4x^2 + bx + a \equiv 0.$

b

a	0	1	2	3	4
0	1	2	3,4,4		
1				4	1,2,3
2		3	2,2,2	1	4
3	2,4		1	3	
4	3	1,1,4		2	

Table de puissances.

	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2	2	4	3	1
3	3	4	2	1
4	4	1	4	1

Table de racines.

	1	2	3	4
1	1	1,4	1	Tous
2	2		3	
3	3		2	
4	4	2,3	4	

$$x^3 + bx + a \equiv 0.$$

CASES	SOLUTIONS	INDICES	SOMME	PUISSANCE
043	$\sqrt[3]{1+\sqrt{3}} + \sqrt[3]{1+4\sqrt{3}}$	1,5	6	3
032	$\sqrt[3]{4+2\sqrt{3}} + \sqrt[3]{4+3\sqrt{3}}$	2,10	12	4
024	$\sqrt[3]{3+\sqrt{3}} + \sqrt[3]{3+4\sqrt{3}}$	4,20	24	1
014	$\sqrt[3]{3+2\sqrt{3}} + \sqrt[3]{3+3\sqrt{3}}$	11,7	18	2
021	$\sqrt[3]{2+\sqrt{3}} + \sqrt[3]{2+4\sqrt{3}}$	8,16	24	1
042	$\sqrt[3]{4+4\sqrt{3}} + \sqrt[3]{4+\sqrt{3}}$	13,17	30	3
033	$\sqrt[3]{1+3\sqrt{3}} + \sqrt[3]{1+2\sqrt{3}}$	14,22	36	4
011	$\sqrt[3]{2+2\sqrt{3}} + \sqrt[3]{2+3\sqrt{3}}$	19,23	42	2

Nous avons ainsi une racine cubique pour chacune des cases blanches du plan d'argument zéro dans l'espace arithmétique qui donne les solutions réelles de l'équation du 3e degré,

Si maintenant nous prenons les racines cubiques du chiffre 1 pour le module 5, nous avons 1, $2+\sqrt{3}$, $2+4\sqrt{3}$; faisant $2+\sqrt{3} = \alpha$ et $2+4\sqrt{3} = \beta$, nous avons en représentant par A et B les radicaux cubiques les trois solutions à insérer dans une même case

$$A + B,\ \alpha A + \beta B,\quad \beta A + \alpha B.$$

Si nous prenions les racines cubiques des chiffres 2, 3, 4, nous obtiendrions de nouvelles solutions à insérer dans les cases dont le numéro serait donné par les procédés indiqués ci dessus, les racines du chiffre 1 n'étant qu'un cas spécial.

Nos cases du plan d'argument zéro étant remplies, il suffit d'ajouter à chacune des expressions analytiques contenues dans une case, un quelconque des quatre chiffres, et nous obtenons ainsi les solutions de toutes les cases blanches dont on calcule les numéros par les procédés indiqués en tête de ce mémoire.

Si l'on voulait exprimer ces racines en fonction de l'imaginaire du 2e degré $\sqrt{2}$, il suffirait de faire les puissances d'une des racines primitives de cette forme $(1+2\sqrt{2})$ par exemple, et partout $\sqrt{2}$ serait substituée à $\sqrt{3}$.

Le tableau suivant montre l'économie de la migration des solutions du plan zéro, aux plans d'arguments divers.

043	223	412	114	323
032	214	403	101	311
024	201	442	141	302
014	242	434	134	341
021	203	444	143	304
042	222	411	113	322
033	213	404	102	312
011	244	431	131	343
0	1	2	3	4

Les chiffres au bas de chaque colonne du tableau indiquent le chiffre ajouté aux expressions imaginaires du plan zéro.

L'augmentation du premier chiffre à gauche étant $3h$, toutes les expressions du plan zéro, émigrent dans un même plan par l'addition à chacune d'un chiffre identique.

En arithmétique graphique, les artifices de calcul jouent un rôle considérable et aucun d'eux n'est à négliger, car il peut économiser beaucoup de temps pour les opérations.

Ainsi, pour multiplier un polynôme par un polynôme, on peut opérer comme si les coefficients des diverses puissances de x étaient les chiffres d'un système de numération dont la base serait égale au module et exécuter l'opération d'une façon exactement analogue à celle que l'on emploie dans la multiplication des nombres entiers dans l'arithmétique élémentaire — seulement les opérations isolées se font comme en congruence et dans les sommes de chaque colonne, on congrue le résultat par le module et on ne rapporte rien à la colonne suivante.

Ainsi $(x^3 + 2x + 3)(x + 3)$ s'exécute pour le module 5 de la façon suivante :

$$\begin{array}{r} 123 \\ 13 \\ \hline 314 \\ 123 \\ \hline 1044 \end{array}$$

c'est-à-dire $x^3 + 0x^2 + 4x + 4$

Et si, maintenant, nous considérons ces polynômes comme les premiers membres d'une équation arithmétique, cela peut se traduire de la façon suivante : dans l'espace du 2e degré, la case 23 est une case blanche qui a pour solutions $4 + \sqrt{3}$ et $4 + 4\sqrt{3}$; si, à ces deux solutions, on ajoute la solution 2 qui résout l'équation $x + 3 = 0$, on a les solutions à inscrire dans la case 044 de l'espace arithmétique à 3 dimensions.

L'espace arithmétique donnant les solutions réelles pour les équations du 3e degré, contient effectivement 2, et les deux solutions imaginaires à inscrire dans cette case sont: $4 + \sqrt{3}$ et $4 + 4\sqrt{3}$.

On voit d'un coup d'œil les avantages de cette procédure.

De là il résulte que si l'on prend les dix cases blanches de l'espace arithmétique du 2e degré, et qu'on combine leurs solutions avec chacun des quatre chiffres du module 5, on a les quarante combinaisons à loger dans les $5 \times 8 = 40$ cases à un seul chiffre, comprise dans l'espace arithmétique du 3e degré du module 5.

L'opération inverse se fait avec une égale facilité; prenons sur un plan quelconque une case à un seul chiffre, soit 421 la case contenant le chiffre 3; divisons 1421 par 12 nous avons :

1421	12
22	123
31	

Les solutions imaginaires à insérer dans la case 421 sont celles de la case 23 du plan arithmétique du 2e degré, c'est-à-dire $4 + \sqrt{3}$ et $4 + 4\sqrt{3}$.

Le diviseur 12 représente l'équation $x + 2 = 0$ qui a le chiffre 3 pour solution réelle.

Pour plus de commodité dans les opérations, nous n'avons mis que des chiffres et des nombres positifs; ainsi, au lieu de retrancher le produit du diviseur par le chiffre du quotient, on ajoute le complément au module de chaque chiffre. Les opérations sont ainsi bien simplifiées; il est toujours bien entendu que les sommes sont exécutées congrûment.

Ce qui est dit pour ces deux petites opérations, s'applique d'une façon générale à une opération quelconque d'une case contenant un nombre quelconque de racines réelles, dont on veut connaître les racines imaginaires, le diviseur général est $(x - \alpha)(x - \beta)(x - \gamma)\ldots$ α, β, γ étant les chiffres insérés dans la case, et les solutions imaginaires à adjoindre étant toutes celles qui sont logées dans la case blanche de l'espace arithmétique correspondant au quotient.

Le présent mémoire n'ayant pour but que d'indiquer *grosso modo* les ressources de l'arithmétique graphique, je crois en avoir assez dit pour que

le lecteur puisse en poursuivre les conséquences aussi loin qu'il lui fera plaisir.

A dessein, j'ai laissé de côté toute considération théorique qui aurait pu soulever des discussions et qui aurait allongé un mémoire déjà trop long à mon gré; je donne seulement des expressions analytiques qui, mises à la place de x, rendent le premier membre de l'équation égal à zéro. Le cas irréductible des formules de *Cardan* en algèbre est un précédent admis de cette manière de voir.

M. Joseph NADAL

Ingénieur des Mines, à Paris.

THÉORIE DE LA MACHINE A VAPEUR [T 4 c — S 4 b β]

— Séance du 9 septembre —

Cette théorie a pour but d'établir une formule donnant la valeur des condensations qui se produisent dans les cylindres de machines à vapeur. Le métal des parois, plus froid que la vapeur arrivant dans le cylindre et très conducteur, joue évidemment un grand rôle dans ces condensations. Il est donc nécessaire tout d'abord de connaître les lois de la propagation de la chaleur dans une paroi métallique soumise, comme c'est ici le cas, à une source de chaleur à température variable.

Propagation de la chaleur dans la paroi métallique.

On traite d'abord le cas d'une paroi métallique soumise sur l'une de ses faces — la face intérieure — à la vapeur qui travaille dans le cylindre et qui sur son autre face ne perd ni ne gagne de chaleur. La solution peut ensuite être étendue au cas général où la face extérieure est réchauffée ou refroidie d'une façon quelconque.

Soient T la température sur la surface métallique en contact avec la vapeur, laquelle température subit comme celle de la vapeur des variations périodiques dont la période est égale à la durée d'un tour ; V la température du métal à la profondeur x au temps t.

On établit la relation : $V = f(x, t, T)$ qui existe entre les quantités V, T, x et t. Cette relation est la suivante :

$$(1)\qquad V - T = \begin{cases} -\sum \dfrac{\pm 4}{(2p+1)\pi} \dfrac{\cos mx}{1 - e^{-km^2 l_1}} e^{-km^2 t} \displaystyle\int_0^{l_1} \frac{dT}{d\tau} e^{-km^2(l_1-\tau)} d\tau \\ -\sum \dfrac{\pm 4}{(2p+1)\pi} \cos mx \displaystyle\int_0^{t} \frac{dT}{d\tau} e^{-km^2(t-\tau)} d\tau. \end{cases}$$

dans laquelle $m = \dfrac{(2p+1)\pi}{2X}$ et $p = 0, 1, 2, 3, 4$, etc. ; X est l'épaisseur de la paroi, k le rapport $\dfrac{K}{CD}$ du coefficient de conductibilité intérieure au produit de la chaleur spécifique C par la densité D. (Voir *Revue de Mécanique*, mai et juin 1899 et février et mars 1900.)

Par conséquent, si on connaissait T, le problème de la propagation de la chaleur dans la paroi serait complètement résolu et on trouverait notamment le flux de chaleur : $-K\left(\dfrac{dV}{dx}\right)_X$ sur la surface métallique intérieure en prenant la dérivée en x de l'équation (1) et faisant ensuite $x = X$. Le flux de chaleur est, d'autre part, égal à $h(T - \Theta)$, h étant le pouvoir absorbant de la surface métallique et Θ la température de la vapeur, de sorte qu'on a la relation :

$$(2)\qquad h(T - \Theta) = -K\left(\frac{dV}{dx}\right)_X.$$

Pour tirer parti de cette équation, il est nécessaire de remplacer le cycle des températures T par une ligne brisée et l'approximation sera d'autant plus grande que cette ligne aura plus de côtés.

Soient T_0, T_a, T_d, etc., les températures correspondant aux sommets de cette ligne brisée. On peut, à l'aide de la relation (1) entre V et T, exprimer le flux de chaleur par une fonction linéaire des températures T_0, T_a, T_d, etc.

On aura ainsi un système d'équations telles que :

$$(3)\qquad \begin{cases} \dfrac{h_0}{K}(T_0 - \Theta_0) = \alpha_1 T_0 + \beta_1 T_a + \gamma_1 T_d + \dots \text{etc.} \\ \dfrac{h_a}{K}(T_a - \Theta_a) = \alpha_2 T_0 + \beta_2 T_a + \gamma_2 T_d + \dots \text{etc.} \\ \dots\dots\dots \text{etc.} \dots\dots\dots \end{cases}$$

dont chacune correspond à un sommet de la ligne brisée. Ces équations au nombre de p contiennent un système de $2p$ inconnues qui sont les T et

les h. Les quantités α, β, γ, etc., sont des coefficients numériques donnés par l'équation (1).

Les h sont des inconnues parce que, à chaque point du cycle, correspond une valeur différente du coefficient de transmission de la chaleur. On démontre en effet (*Annales des Mines*, octobre 1898), que, si h était constant, la température moyenne dans l'épaisseur de la paroi serait égale à la température moyenne de la vapeur. L'expérience montre qu'il en est autrement. La température moyenne de la paroi est en général plus élevée que celle de la vapeur (M. Donkin, *Experiments on a vertical single cylinder Steam Engine*, comptes rendus de la Société des ingénieurs-mécaniciens de Londres, janvier 1895).

Donc h varie pendant la durée d'une révolution.

Pour étudier pratiquement le système (3) d'équations fondamentales en T et en h, on cherche à les simplifier en réduisant le plus possible le nombre des inconnues. A cet effet, on remarque que le diagramme des températures de la vapeur se confond sensiblement avec une ligne brisée de cinq côtés, correspondant chacun à une phase de la distribution :

1° Admission, pendant laquelle la température reste à peu près constante ;

2° Détente, la température baisse à peu près suivant une ligne droite ;

3° Première partie de l'échappement (se réduit ordinairement à la phase d'émission anticipée), pendant laquelle la température décroît progressivement jusqu'à sa valeur minima ;

4° Deuxième partie de l'échappement, la température reste constante ;

5° Compression et avance à l'admission ; la température se relève jusqu'à sa valeur initiale.

En prenant comme zéro la température initiale de la vapeur, la ligne brisée qui représente Θ est complètement déterminée par deux quantités seulement ; Θ_d écart des températures pendant la détente et Θ_e écart total.

Les deux groupes d'inconnues du système (3) sont alors :

Température.	Coefficient de transmission.	
—	—	
T_0	h_0	au commencement de la course.
T_a	h_a	à la fin de l'admission.
T_d	h_d	à la fin de la détente.
T_e	h_e	pendant l'échappement proprement dit.
T_1	h_1	à la fin de la compression.

A titre d'exemple, nous donnons ci-après les équations du système (3) pour une durée de révolution $t_1 = 1$ seconde (soit 60 tours par minute),

une durée de l'admission de $\frac{1}{10}\,t_1$ (soit environ 10 0/0 de la course) et une durée de la détente de $\frac{3}{10}\,t_1$, sans compression. On suppose que la température passe de T_1 à T_0 sur la paroi et que celle de la vapeur remonte de Θ_e à Θ_0 en $\frac{1}{100}$ de seconde.

$$22{,}70T_1 - 25{,}37T_0 = \frac{h_o}{K}(T_0 - \Theta_0) - 0{,}394T_a - 0{,}481T_d - 1{,}794T_e,$$

$$4{,}29T_0 - 7{,}85T_a = \frac{h_a}{K}(T_a - \Theta_a) - 0{,}425T_d - 1{,}116T_e - 2{,}013T_1,$$

$$2{,}83T_a - 4{,}41T_d = \frac{h_d}{K}(T_d - \Theta_d) - 0{,}635T_e - 0{,}706T_1 - 0{,}243T_0,$$

$$5{,}77T_d - 7{,}63T_e = \frac{h_e}{K}(T_e - \Theta_e) - 1{,}086T_a - 0{,}601T_1 - 0{,}176T_0,$$

$$2{,}32T_e - 3{,}27T_1 = \frac{h_e}{K}(T_1 - \Theta_e) - 0{,}390T_a - 0{,}486T_d - 0{,}070T_0.$$

La quantité de chaleur absorbée par la paroi pendant l'admission est :

$$\frac{Q_a}{K} = -0{,}5272T_a + 0{,}0504T_d + 0{,}1341T_e + 0{,}4511T_1 - 0{,}1084T_0.$$

Comme on prend comme zéro la température initiale de la vapeur, il faut poser $\Theta_0 = 0$ et aussi, si la température de la vapeur varie peu pendant l'admission, $\Theta_a = 0$.

En résolvant le système (3) par rapport aux quantités T, on obtiendra pour chacune d'elles une expression de la forme :

$$T = A\Theta_d + B\Theta_e ; \tag{4}$$

de même la température moyenne V_0 du cycle T, laquelle n'est autre que la température fixe de la paroi, aura la forme :

$$V_0 = \alpha\Theta_d + \beta\Theta_e, \tag{5}$$

les coefficients A, B, α et β étant fonction des h.

On exprime de la même façon la quantité de chaleur Q qui a pénétré dans la paroi pendant un intervalle de temps quelconque. On a :

$$Q = M\Theta_d + N\Theta_e. \tag{6}$$

Variation du coefficient de transmission avec l'humidité des parois.

On ne peut pousser plus loin, c'est-à-dire déterminer les coefficients de Θ_d et de Θ_e dans les diverses formules ci-dessus qu'en ayant recours à l'expérience.

La solution la plus naturelle consiste à utiliser les remarquables résultats obtenus au moyen de la Théorie expérimentale de Hirn en ce qui concerne les quantités de chaleur échangées par la vapeur. Cette solution a tout d'abord été appliquée. On trouve alors que le coefficient de transmission de la chaleur subit de grandes variations, qu'il est le plus petit possible lorsque la surface métallique est complètement sèche et qu'il croît très rapidement à mesure que l'humidité déposée augmente.

Mais la théorie expérimentale suppose que toute la chaleur perdue par la vapeur est absorbée par le métal seul, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'eau permanente dans le cylindre. Son application à la théorie mathématique conduirait à des résultats erronés s'il n'en était pas ainsi, ce qu'on ne peut savoir *a priori*. Il y a donc lieu de chercher une solution directe, ne fût-elle qu'approchée.

Simplification des inconnues h.

Nous venons de voir qu'il y a 5 inconnues h. Mais si on se contente d'une solution approximative, dont le degré d'approximation pourra du reste être apprécié, on peut réduire le nombre de ces inconnues.

Nous supposons qu'il s'agit d'une machine sans compression, où la température de la vapeur d'échappement redevient égale à la température initiale, dès que l'admission s'ouvre, en un temps extrêmement petit $\left(\frac{1}{100^e}\text{ de seconde}\right)$. En raison de cette durée très courte, le métal n'a eu le temps d'absorber qu'une quantité de chaleur très faible, l'état de la surface métallique et par suite son pouvoir absorbant n'ont pas changé. On peut poser $h_0 = h_1$. Comme contre-partie, on pourrait prendre $h_0 = h_a$ et voir l'écart dans les résultats que produisent ces deux hypothèses extrêmes, c'est-à-dire l'erreur maxima commise.

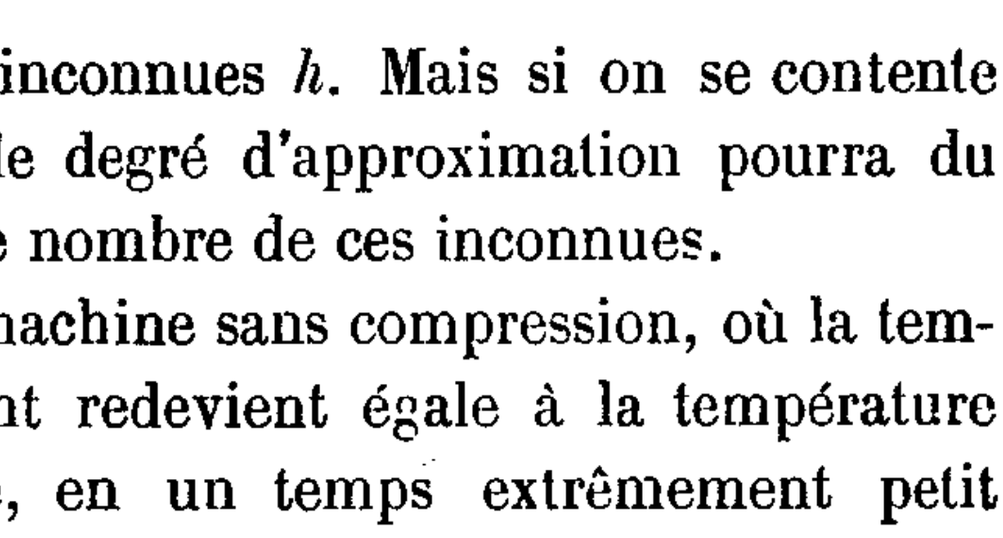


FIG. 1.

On posera aussi $h_e = h_1$, ce qui revient à supposer que vers la fin de l'échappement, le pouvoir émissif cesse de varier ; on remplace ainsi la ligne $h_a h_e h_1$ *(fig. 1)* par la ligne $h_d e h_1$, dont le côté eh_1 est horizontal.

L'hypothèse contraire servant à encadrer le résultat consiste à remplacer la ligne $h_d h_e h_1$ par la droite $h_d h_1$. On ne trouve d'ailleurs que de faibles différences. En définitive, le diagramme h peut, avec une approximation suffisante, être considéré comme ne contenant que 3 inconnues qui sont : le pouvoir absorbant h_a, le coefficient h_d et le pouvoir émissif h_e.

Lorsque la détente est courte, l'état de la paroi varie peu pendant cette phase ; on a $h_a = h_d$ et il ne reste que deux inconnues : le pouvoir absorbant h_a et le pouvoir émissif h_e.

Température moyenne de la paroi.

Cette température moyenne a pour expression générale :

$$V_0 = \alpha\Theta_d + \beta\Theta_e.$$

M. Bryan Donkin est le premier qui ait cherché expérimentalement la température des parois des cylindres et comment elle varie. Il a fait dans ce but un grand nombre d'expériences et ce sont les résultats qu'il a obtenus qui ont permis à la théorie mathématique d'aboutir.

Si on construit la température V_0, donnée par les expériences de M. Donkin, en fonction de l'écart Θ_d des températures de la vapeur pendant la détente, on remarque que la courbe V_0 se confond sensiblement avec une ligne droite. On peut calculer d'après cette droite les quantités α et $\beta\Theta_e$ ou β, puisque Θ_e, écart total des températures de la vapeur, est une constante. De la valeur de β, on déduit le pouvoir émissif h_e. A cet effet, comme β n'est pas une fonction simple de h_e, il faut calculer α et β pour une série de valeurs successives quelconques du pouvoir émissif et du pouvoir absorbant. On trouve que, dans les expériences de M. Donkin, le pouvoir émissif est d'environ 1 calorie par seconde, mètre carré et degré et le pouvoir absorbant d'environ 14 calories. Ce dernier n'est déterminé par ce moyen que pour les longues admissions où $h_a = h_d$. Mais nous allons le trouver, en même temps que la quantité de chaleur absorbée par la paroi, pour une admission quelconque.

Quantité de chaleur absorbée par la paroi.

On l'établit tout de suite pour les longues admissions en appliquant la formule : $Q = M\Theta_d + N\Theta_e$, puisqu'on connaît dans ce cas le pouvoir absorbant et le pouvoir émissif.

Pour ce qui est d'une admission de durée quelconque, une observation très importante à faire, c'est que si on écrit la formule ci-dessus sous la

forme : $Q = a\alpha\Theta_d + b\beta\Theta_e$, α et β étant les coefficients de la forme V_0, les quantités a et b ne varient que si le pouvoir absorbant h_a varie et restent les mêmes quels que soient h_d et h_e, pourvu que h_e soit petit par rapport à h_a, ce qu'on sait d'avance d'après les valeurs relatives de α et de β.

Si on joint à cette observation l'hypothèse que le pouvoir absorbant est proportionnel à la quantité d'humidité déposée sur la surface métallique et par suite à la quantité de chaleur absorbée R_a, on n'aura qu'à tracer *(fig. 2)* les courbes représentant Q en fonction de h_a, pour des admissions variables, par exemple de 1 dixième, 2 dixièmes et 3 dixièmes de la durée d'un tour et mener la ligne $\frac{R_a}{h_a} = \text{cons-}$ tante, allant de l'origine O au point M, lequel représente la valeur connue de R_a pour l'admission des $\frac{3}{10}$ de tour.

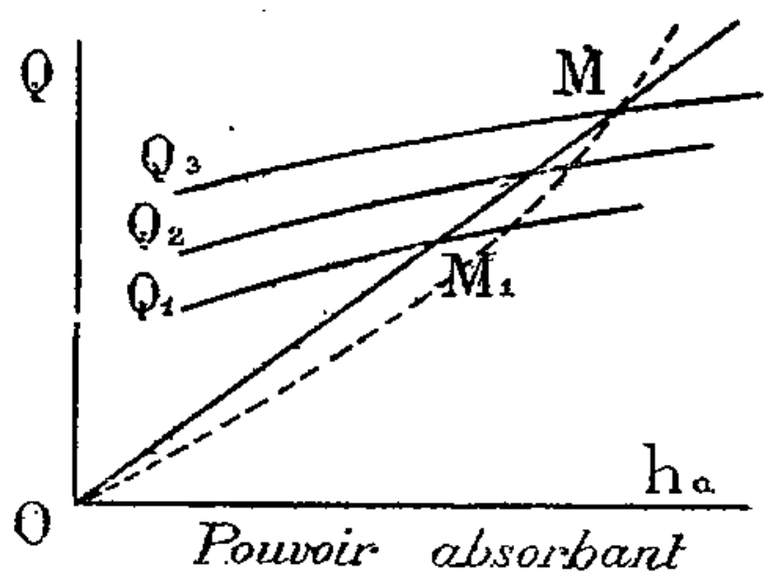


FIG. 2.

Cette hypothèse de la proportionnalité du pouvoir absorbant à la quantité d'humidité est la première que nous ayons à faire dans cette théorie. Quand même elle ne serait pas tout à fait vraie, on ne commettrait qu'une faible erreur dans la détermination de R_a, grâce à cette circonstance particulière que, lorsque le pouvoir émissif est petit, les courbes Q_1, Q_2, Q_3 sont très rapprochées, ce qui signifie que la quantité de chaleur absorbée par la paroi est sensiblement constante, quelle que soit la durée de l'admission. Nous reviendrons plus loin sur ce fait important. En remplaçant la droite OM par une courbe, qui doit toujours passer par l'origine et par le point M, cela ne produit qu'une faible différence dans la valeur de l'ordonnée Q.

Enfin cette hypothèse n'est pas indispensable parce qu'on peut connaître un autre point de la courbe OM, celui qui correspond à une admission assez faible pour que la détente soit complète. Dans ce cas, la quantité de chaleur R_e restituée pendant l'émission, déterminée par la théorie expérimentale, représente uniquement l'échange avec le métal, parce que l'eau permanente, s'il y en a, a atteint la température d'émission à la fin de la détente supposée complète et ne peut, par suite, restituer de la chaleur à la vapeur pendant l'émission. D'autre part, R_e peut s'écrire comme $R_a : R_e = M_e\Theta_d + N_e\Theta_e$ et on a trois quantités connues : α, β et R_e pour déterminer les trois inconnues : h_a, h_d, h_e et la quantité R_a qui s'en déduit. On trouve ainsi le point M_1 sur la courbe Q_1.

En résumé, la quantité de chaleur absorbée par le métal se trouve déterminée quand on connaît la température de la paroi.

Variation du coefficient de transmission en fonction de l'humidité.

Le fait que la température de la paroi est plus élevée que la température moyenne de la vapeur, prouve que le pouvoir absorbant est plus grand que le pouvoir émissif. La variation du coefficient de transmission ne peut s'expliquer que par une variation de l'état de la surface métallique. Or qu'y a-t-il de changé sur celle-ci quand on passe de l'émission à l'admission? Il n'y a qu'une augmentation de la quantité d'humidité par suite des condensations qui se produisent pendant l'admission. On est ainsi conduit à conclure que la perméabilité de la paroi est d'autant plus grande que la quantité d'humidité déposée est elle-même plus grande.

Cette humidité se trouve sur la paroi sous forme de gouttelettes plus ou moins fines et plus ou moins espacées. Le révélateur Donkin rend visibles ces phénomènes. Toute la surface n'est pas mouillée, en général. Le coefficient qui règle les échanges de chaleur entre la vapeur et la paroi peut être considéré comme étant la moyenne entre la perméabilité très élevée (on verra plus loin qu'elle atteint 30 calories par seconde, mètre carré et degré) de la surface mouillée et celle de la surface encore sèche (environ 0,1 calorie par seconde, mètre carré et degré). Cette partie sèche est, dans les bonnes machines fixes tout au moins, plus étendue que la partie mouillée, en sorte que le pouvoir absorbant réel est d'ordinaire notablement plus petit que sa valeur maxima. Cette division de la surface en partie mouillée et en partie sèche prouve que la propagation de la chaleur est un phénomène complexe; celle-ci ne pénètre pas dans la paroi sous la forme d'une onde uniforme, mais par une série de points d'ailleurs à peu près également répartis sur la surface. Grâce aux coefficients de transmission élevés qui règlent les échanges, d'une part entre l'eau et le métal, d'autre part entre la vapeur et l'eau, grâce aussi à la très faible épaisseur des gouttelettes d'eau, à ce que cette eau se trouve à son changement d'état et à la mobilité des molécules qui la composent, la surface métallique l'eau et la vapeur se mettent rapidement à la même température. Ceci doit s'interpréter ainsi : que la température sur la surface métallique mouillée se calculera comme si le coefficient de transmission était égal à sa valeur maxima, ce qui ne donnera d'ailleurs pas instantanément sur la surface la même température que celle de la vapeur; à la fin de l'admission qui dure quelques centièmes de seconde, la différence entre les températures présentera encore un écart de quelques degrés, 2° à 3° par exemple.

D'autre part, les parties sèches de la surface métallique absorbent directement peu de chaleur et leur température différerait considérablement de celle de la vapeur s'il n'y avait pas la conduction dans le métal lui-

même; grâce à cette conduction, une égalisation tend à se produire entre les parties perméables très chauffées et celles qui le sont peu. La température sur la surface qui en résulte diffère encore notablement de celle de la vapeur. Il n'y a jamais une pellicule continue de métal, si mince soit-elle, suivant exactement les variations de température de la vapeur.

Des considérations qui précèdent, il s'ensuit que le pouvoir absorbant est proportionnel à l'étendue de surface mouillée. Il diffère d'autant plus de sa valeur maxima que cette étendue est moindre.

C'est ce qui a lieu lorsque la température fixe de la paroi est plus élevée que la température moyenne de la vapeur, ce que nous appelons : cas de condensation réduite; il y a alors une grande différence entre la température de la vapeur et celle de la surface métallique.

Calcul du cycle T.

Dans le cas des machines fixes bien établies, où la vapeur employée est pratiquement sèche et où le refroidissement extérieur est faible, la température de la paroi est donnée par la formule :

$$V_0 = 0{,}45\Theta_d + 0{,}10\Theta_e;$$

et le cycle T se calcule par les relations suivantes :

Température au commencement de la course.	$T_0 = 0{,}44\Theta_d + 0{,}165\Theta_e$
— à la fin de l'admission.	$T_a = 0{,}23\Theta_d + 0{,}07\Theta_e$
— à la fin de la détente	$T_d = 0{,}60\Theta_d + 0{,}06\Theta_e$
— pendant l'échappement. . . .	$T_e = 0{,}51\Theta_d + 0{,}11\Theta_e$

La quantité de chaleur absorbée par le métal pendant l'admission par unité de surface est :

$$R_a = 0{,}23\Theta_d + 0{,}075\Theta_e,$$

pour une admission de 10 0/0.

Appliquons ces équations à l'expérience d'Hallauer du 26 août 1875. La température initiale de la vapeur est de 145°, à la fin de la détente de 85° et à l'émission de 55°. On a $\Theta_d = 60°$ et $\Theta_e = 90°$. Dans cette expérience où il y avait un peu de compression, la température de la vapeur à la fin de cette phase n'atteignait pas 100°. La température de la surface métallique restait supérieure, comme on va le voir, à celle de la vapeur jusqu'à la fin de la compression.

Sur la surface métallique, la température comptée d'après le zéro ordinaire était, en appliquant les équations ci-dessus :

Au début de la course : $\Theta_0 - T_0 = 103°,75$;
A la fin de l'admission : $\Theta_0 - T_a = 124°,90$;
Pendant l'échappement: $\Theta_c - T_e = 104°,50$.

On a, d'autre part, pour la température dans l'épaisseur de la paroi :

$$\Theta_0 - V_0 = 108°,10.$$

Ainsi, à la fin de l'admission, la température sur le métal différait encore de 20° de celle de la vapeur. L'écart total du cycle sur la paroi est seulement de 21°, tandis que $\Theta_e = 90°$. La quantité de chaleur absorbée par le métal par unité de surface est $R_a = 20,55$ calories, chiffre en harmonie avec celui donné par l'expérience, 22 calories.

Variation des condensations avec le degré d'admission et avec la vitesse.

La formule donnant la quantité de chaleur R_a absorbée par le métal peut s'écrire :

(A) $$R_a = L\,(\Theta_d + l\,\Theta_e).$$

Dans les machines fixes à condenseur, employant de la vapeur saturée sèche, sans enveloppe de vapeur, on peut admettre que la température fixe de la paroi répond à la formule :

$$V_0 = 0,45\Theta_d + 0,10\Theta_e.$$

Le coefficient l est à peu près constant et égal à 0,25 quelles que soient la durée de l'admission et la vitesse.

Pour la vitesse de 60 tours par minute, L varie de 0,22 avec 10 0/0 d'admission à 0,30 avec 65 0/0 d'admission; L est d'autre part inversement proportionnel à la racine carrée du nombre de tours.

Cette formule est établie d'après les expériences de M. Donkin sur la température fixe des parois.

Lorsque la phase d'admission est allongée, R_a tend d'une part à diminuer, parce que l'écart Θ_d diminue et d'autre part à augmenter parce que L augmente, en raison de l'augmentation de la durée d'exposition des surfaces froides à la vapeur chaude. Finalement, R_a diminue légèrement quand on allonge l'admission, sans modifier les autres conditions de marche.

Ce fait déduit théoriquement est confirmé par l'expérience. M. Donkin a, en effet, mesuré dans ses essais les quantités de chaleur perdue par la vapeur. Le tableau I donne les résultats obtenus (Voir : *Experiments on a*

vertical single cylinder, *Institution of mechanical Engineers*, janvier 1895). L'introduction, dans la série II des essais a été poussée jusqu'à 75 0/0 de la course et on voit qu'alors la quantité de chaleur perdue est de $\frac{1}{3}$ moins élevée qu'aux faibles admissions.

Le fait que la quantité de chaleur absorbée par unité de surface peut ne pas augmenter et même diminuer quand on allonge l'admission, change un peu les idées reçues au sujet de la transmission de la chaleur. Il se conçoit pourtant facilement. Il ne suffirait pas pour l'expliquer de dire que la quantité de chaleur transmise R_a diminue parce que l'écart entre la température intérieure de la paroi et celle de la vapeur diminue; il faut ajouter que cet écart diminue de façon telle que cela compense et au delà l'augmentation résultant d'une plus longue exposition de la surface métallique (Voir : *Revue de Mécanique*, décembre 1900).

TABLEAU I. — *Essais de M. Donkin.*

SÉRIE I — SANS ENVELOPPES, A CONDENSATION, VAPEUR SATURÉE A 148° DE TEMPÉRATURE INITIALE, 220 TOURS PAR MINUTE.			SÉRIE II — SANS ENVELOPPE, SANS CONDENSATION, VAPEUR SATURÉE A 148°, 220 TOURS PAR MINUTE.	
Fraction de la course après laquelle l'admission cesse.	Quantité totale de chaleur perdue par la vapeur par coup de piston.	Quantité de chaleur perdue par mètre carré de surface exposée.	Quantité totale de chaleur perdue par la vapeur par coup de piston.	Quantité de chaleur perdue par mètre carré de surface exposée.
	calories	calories	calories	calories
1/12	1,069	10,80	»	»
1/8	1,120	11,20	1,034	10,34
3/16	1,200	11,60	1,054	10,20
1/4	1,250	11,80	»	»
5/16	1,090	10,00	1,054	9,67
3/8	1,110	9,90	»	»
1/2	1,170	9,90	1,154	9,80
5/8	»	»	0,958	7,70
3/4	»	»	0,904	7,01

Le tableau II donne, pour le cas de machines fixes, les coefficients L et l de la formule : $R_a = L(\Theta_d + l\Theta_e)$ représentant la quantité R_a de chaleur absorbée par la paroi par unité de surface exposée.

TABLEAU II.

NOMBRE DE TOURS par minute.	DURÉE DE L'ADMISSION t_1 étant la durée d'un tour.	VAPEUR SATURÉE SÈCHE sans condenseur.		VAPEUR SATURÉE SÈCHE avec condenseur.		VAPEUR SURCHAUFFÉE DE 30° A 40° avec condenseur.	
		l	L	l	L	l	L
200	$\frac{1}{10}t_1$	0,32	0,125	0,25	0,13	0,10	0,110
	$\frac{2}{10}t_1$		0,170		0,17		0,165
	$\frac{3}{10}t_1$		0,180		0,18		0,160
60	$\frac{1}{10}t_1$	0,35	0,210	0,26	0,22	0,12	0,173
	$\frac{2}{10}t_1$		0,310		0,31		0,250
	$\frac{3}{10}t_1$		0,330		0,30		0,280

Condensation-limite.

La formule : $R_a = L(\Theta_d + l\Theta_e)$, avec toutes les conséquences énoncées ci-dessus, n'est vraie que lorsque la condensation est réduite, c'est-à-dire lorsque le pouvoir émissif est au plus égal à 1 calorie par seconde, mètre carré et degré.

Mais, si, dans une machine fonctionnant sous ces conditions, j'augmente soit le refroidissement extérieur, soit le degré d'humidité de la vapeur, il faut, pour établir l'équilibre des condensations et des réévaporations, qu'il se forme une certaine quantité d'eau permanente sur les parois du cylindre et que le pouvoir émissif augmente en conséquence.

Soient en effet : R_a la quantité de chaleur absorbée pendant l'admission, R_d et R_e les quantités de chaleur restituées pendant la détente et l'émission, e le refroidissement extérieur. La paroi métallique ne pouvant ni gagner ni perdre de la chaleur en régime uniforme, on a :

$$R_a = R_d + R_e + e.$$

Nous supposons d'abord qu'il n'y a pas d'eau permanente dans le cylindre :

A la quantité de chaleur absorbée R_a correspond une condensation $\frac{R_a}{r_a}$, r_a étant la chaleur latente à la température d'admission. La vapeur contenant d'ailleurs une proportion d'humidité x, la quantité d'eau qui se déposera sur la paroi sera :

$$\mu_a = (1 + x)\frac{R_a}{r_a}.$$

Pendant la détente, la paroi restitue une quantité de chaleur R_d, ce qui donne lieu à une réévaporation $\frac{R_d}{r_d}$, r_d étant la chaleur latente moyenne pendant la détente.

Enfin, pendant l'émission, la paroi restituant R_e, il se réévapore $\frac{R_e}{r_e}$.

La somme : $$(1 + x)\frac{R_a}{r_a} - \frac{R_d}{r_d} - \frac{R_e}{r_e}.$$

est positive, puisque R_a est plus grand que $R_d + R_e$ et parce que la chaleur latente r_a est plus petite que les valeurs de r_d et r_e.

Mais l'eau condensée μ_a tombant pendant la détente de la température d'admission à la température fin détente, cela donne lieu à une réévaporation égale à $\frac{\mu_a(q_a - q_d)}{r_d}$, q_a et q_d étant les chaleurs spécifiques de l'eau.

En sorte que la réévaporation totale pendant la détente est :

$$\mu_d = \frac{R_d}{r_d} + \frac{\mu_a(q_a - q_d)}{r_d}.$$

Il n'y a pas lieu de tenir compte des condensations qui se produisent dans la masse de vapeur, par suite du travail effectué pendant la détente, parce que l'eau qui en provient reste attachée à chaque molécule de vapeur et ne se dépose pas sur la paroi métallique.

On voit de même que la réévaporation pendant l'admission est :

$$\mu_e = \frac{R_e}{r_e} + \frac{(\mu_a - \mu_d)(q_d - q_e)}{r_e}.$$

L'équation d'équilibre entre les condensations et les réévaporations est :

$$\varepsilon = \mu_a - \mu_d - \mu_e.$$

c'est-à-dire :

$$\varepsilon = (1 + x)\frac{R_a}{r_a} - \frac{R_d}{r_d} - \frac{R_e}{r_e} - \frac{\mu_a(q_a - q_d)}{r_d} - \frac{(\mu_a - \mu_d)(q_d - q_e)}{r_e}.$$

Les trois premiers termes donnent une somme positive ; mais, grâce à l'adjonction des deux derniers termes, la quantité ε peut être nulle. Elle doit l'être en régime uniforme, sinon il s'accumulerait dans le cylindre une quantité de plus en plus grande d'eau.

Or supposons $\varepsilon = 0$ pour une valeur donnée de R_a et augmentons soit le refroidissement extérieur, e, soit le degré d'humidité x. On voit immédiatement que ε cesse d'être nul, redevient positif et qu'il se forme par suite, de l'eau dans le cylindre. Par conséquent, lorsque les quantités e ou x augmentent, il y a de plus en plus d'eau permanente dans le cylindre. Il s'ensuit que le pouvoir émissif et le pouvoir absorbant augmentent ainsi que la quantité de chaleur absorbée R_a. Cela a lieu jusqu'à ce qu'un nouvel état d'équilibre soit établi, dans lequel intervient l'eau permanente, dont le poids est Y. Elle donne lieu, pendant l'admission, à une condensation :

$$\mu'_a = \frac{Y(q_a - q_e)}{r_a}.$$

Pendant la détente, il se réévapore :

$$\mu'_d = \frac{Y(q_a - q_d)}{r_d} + \frac{\mu'_a(q_a - q_d)}{r_d};$$

et pendant l'émission :

$$\mu'_e = \frac{Y(q_d - q_e)}{r_e} + \frac{(\mu'_a - \mu'_d)(q_d - q_e)}{r_e}.$$

La somme

$$\varepsilon' = \mu'_a - \mu'_d - \mu'_e$$

est toujours négative (Voir : *Revue de Mécanique*, mars 1900). Par conséquent, on pourra toujours avoir l'équation d'équilibre :

$$\varepsilon + \varepsilon' = 0$$

et la quantité d'eau permanente sera telle que cette équation d'équilibre soit satisfaite.

La présence d'eau permanente dans le cylindre tend à rapprocher le pouvoir émissif du pouvoir absorbant. Il arrive un moment, pour certaines

valeurs, soit du refroidissement extérieur, soit de l'humidité de la vapeur, où ils deviennent égaux. C'est dans ce cas d'un coefficient de transmission constant pendant toute la durée de la révolution que la quantité de chaleur perdue par la vapeur atteint sa valeur maxima.

Une série d'expériences de MM. English et Donkin établissent que ce coefficient a une valeur très élevée, environ 30 calories par seconde, mètre carré et degré, soit plus de 100.000 calories par heure, mètre carré et degré (Voir : *Revue de Mécanique*, février 1900).

Dans le cas de la condensation-limite, la quantité de chaleur absorbée ne dépend plus de l'écart des températures de la vapeur pendant la détente mais seulement de l'écart total des températures. On a donc la formule simplifiée : $$R_a = \lambda\Theta_e.$$

Le tableau III donne, d'après la valeur ci-dessus du coefficient de transmission et en admettant que l'eau permanente absorbe un quart de la chaleur totale, le coefficient λ pour diverses conditions de marche (Voir : *Revue de Mécanique*, février 1900).

Tableau III.

Coefficient λ de la formule : $R_a = \lambda\Theta_e$.

ADMISSION EN CENTIÈMES DE COURSE	SANS COMPRESSION	
	VITESSE DE 200 TOURS par minute.	VITESSE DE 60 TOURS par minute.
10	0,26	0,50
35	0,37	0,70
65	0,48	0,90

Détermination expérimentale du coefficient de la formule des condensations, d'après les diagrammes de pression des machines à double expansion.

Une analyse très simple des diagrammes de pression des machines à double expansion permet de déterminer le coefficient de la formule des condensations.

Soient m et m_1 les dépenses de vapeur apparente ou sensible dans les cylindres à haute et à basse pression, et m', m'_1 les dépenses de vapeur condensée.

En régime uniforme, la même quantité de fluide doit passer par les deux cylindres ; celui à basse pression débite, soit sous forme de vapeur apparente accomplissant le travail indiqué par le diagramme, soit sous forme de vapeur condensée, toute la vapeur du cylindre à haute pression. Ce dernier évacue d'abord sa vapeur apparente moins la fraction très petite qui est condensée par suite du travail produit pendant la détente, ensuite la vapeur qui, condensée pendant l'admission sur les parois, se réévapore pendant la détente et l'échappement. On a donc, α étant un coefficient voisin de l'unité :

$$\alpha m + m' = m_1 + m'_1. \tag{7}$$

La quantité de vapeur condensée est une certaine fonction de l'écart des températures de la vapeur. La loi des condensations étant la même dans les cylindres à haute et à basse pression, si on pose : $m' = \lambda\Theta_e$, Θ_e étant l'écart des températures de la vapeur dans le cylindre à haute pression, et : $m'_1 = \lambda_1\Theta_{1e'}$, Θ_{1e} étant l'écart des températures dans le cylindre à basse pression, il suffit de connaître l'une des quantités λ ou λ_1 pour que l'autre soit par cela même déterminée. Par conséquent, l'équation (7) ne contient qu'une inconnue ; tous les autres éléments peuvent être établis expérimentalement et la thérie mathématique fait connaître la relation λ et λ_1.

Voici un exemple de l'application de cette méthode à des diagrammes pris au cours d'expériences effectuées en juillet 1901 sur une locomotive compound Vauclain des chemins de fer de l'État. Dans le système Vauclain (Voir : *Revue générale des Chemins de fer*, mai 1896), il n'y a pas de réservoir intermédiaire ; par suite, toute la vapeur évacuée par le cylindre à haute pression passe par le cylindre à basse pression sans qu'il y ait aucune réduction due aux condensations éventuelles dans un réservoir intermédiaire exposé au refroidissement extérieur.

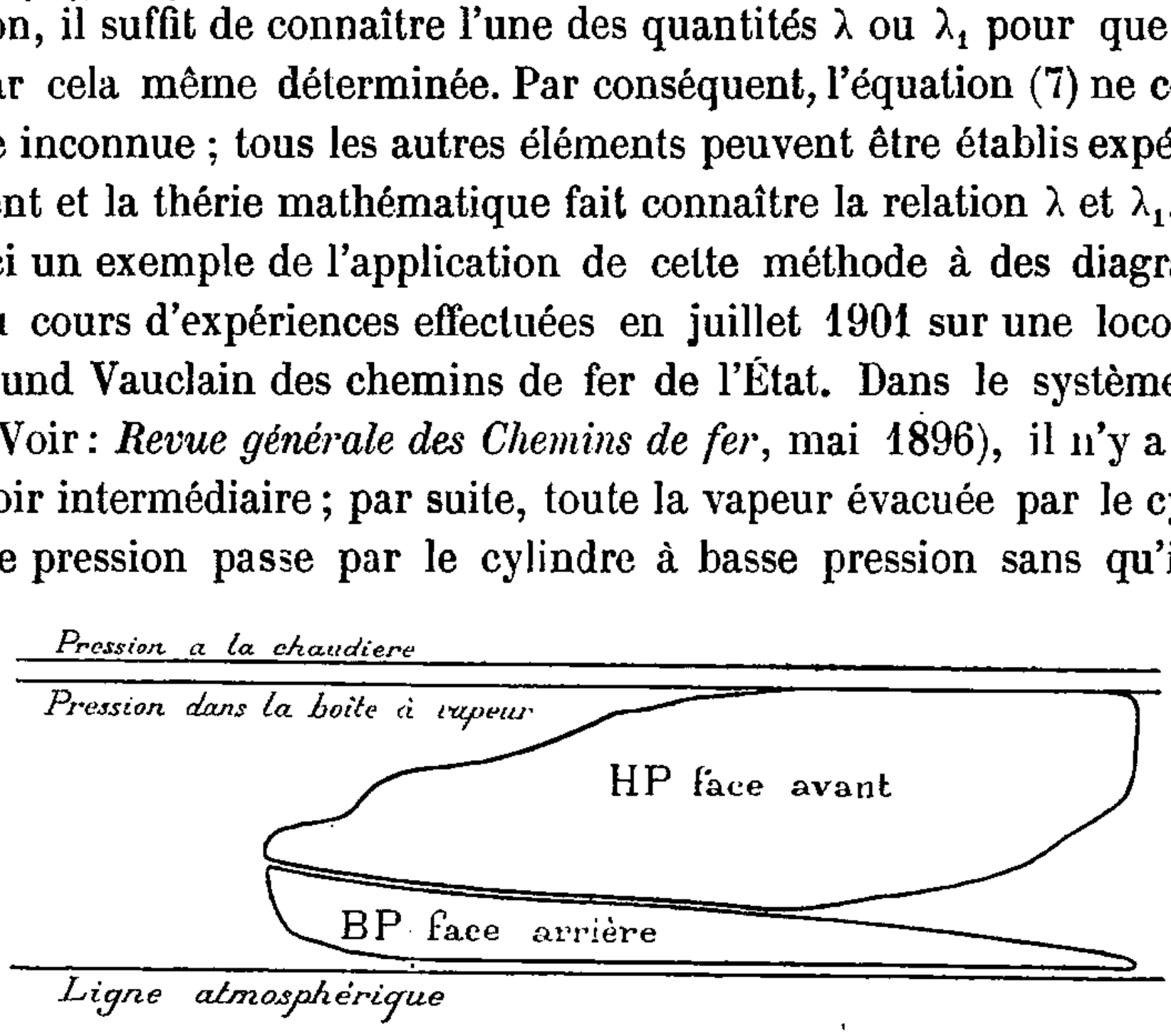


FIG. 2. — Train 13 du 3 juillet. Vitesse : 26 kilomètres à l'heure.
Échelle des ordonnées : 3 millimètres par kilogramme.

Le diagramme n° 1 *(fig. 3)* a été pris à la vitesse de 26 kilomètres à l'heure, ce qui, pour des roues motrices de $2^m,14$, représente à peu près un tour par seconde. La pression absolue à l'admission est de $12^{kg},83$. D'après

la réglette du changement de marche, l'admission est de 60 0/0 de la course au cylindre à haute pression et de 65 0/0 au cylindre à basse pression.

Le diagramme est divisé en 20 parties égales. Pour chacune de ces divisions, on fait le produit du volume par la densité déduite de l'ordonnée du diagramme; ce produit représente la quantité de vapeur apparente dans le cylindre. En construisant une courbe avec ce produit comme ordonnée et le volume engendré comme abscisse, on remarque que la courbe, ascendante pendant l'admission, forme un palier au commencement de la détente. L'origine de ce palier marque la fin de l'admission et la durée de cette phase est ainsi déterminée par le diagramme lui-même. La fin de l'échappement s'obtient d'une façon analogue.

La course du piston est de $0^{m},66$. Le volume HP engendré est de $0^{m^3},05645 = V$ et l'espace nuisible $\varepsilon = 0,14\ V$. Le volume BP engendré $V_1 = 0^{m^3},1482$ et $\varepsilon_1 = 0,09\ V_1$.

La quantité de vapeur sensible dépensée au HP, c'est-à-dire la différence entre la quantité de vapeur indiquée par le diagramme à la fin de l'admission et celle indiquée à la fin de l'échappement, est : $m = 0^{kg},190744$.

La quantité de vapeur sensible dépensée au BP est $m_1 = 0^{kg},149385$.

Le travail effectué pendant la détente au cylindre HP est de 726 kilogrammètres, ce qui représente 1,7 calorie transformée en travail et une condensation de vapeur de 3,4 grammes, soit moins de 2 0/0 de la vapeur sensible m. On a donc $\alpha = 0,98$.

La perte de vapeur due aux condensations est, au cylindre HP :

$$m' = \frac{ls\Theta_e}{r}$$

où l est le coefficient à déterminer;

$s = 0^{m^2},845$: surface de l'espace nuisible égale à $0^{m^2},6405$, augmentée de la demi-surface cylindrique découverte pendant l'admission (diamètre HP : 0,33, course, 0,66) ;

Θ_e l'écart entre la température de la vapeur à l'admission et la température à l'échappement, égal ici à 50° ;

r, la chaleur latente correspondant à la pression d'admission, égale à 471 calories.

Au cylindre BP on a :

$$m'_1 = \frac{l_1 s_1 \Theta_{1e}}{r_1}.$$

L'admission dans les deux cylindres étant sensiblement la même, on a : $l_1 = l$.

D'autre part : $s_1 = 1^{m2},628$ (surface de l'espace nuisible = 1,265 ; diamètre = 0,54).

$\Theta_{1e'}$ différence entre la température moyenne pendant l'admission et la température d'échappement, est égale à 43° ;

$$r_1 = 506.$$

L'équation (7) devient :

d'où
$$\alpha m + \frac{ls\Theta_e}{r} = m_1 + \frac{ls_1\Theta_{1e}}{r_1};$$

(8)
$$l = \frac{\alpha m - m_1}{\frac{s_1\Theta_{1e}}{r_1} - \frac{s\Theta_e}{r}}.$$

Avec les données indiquées ci-dessus, on déduit : $l = 0,772$.

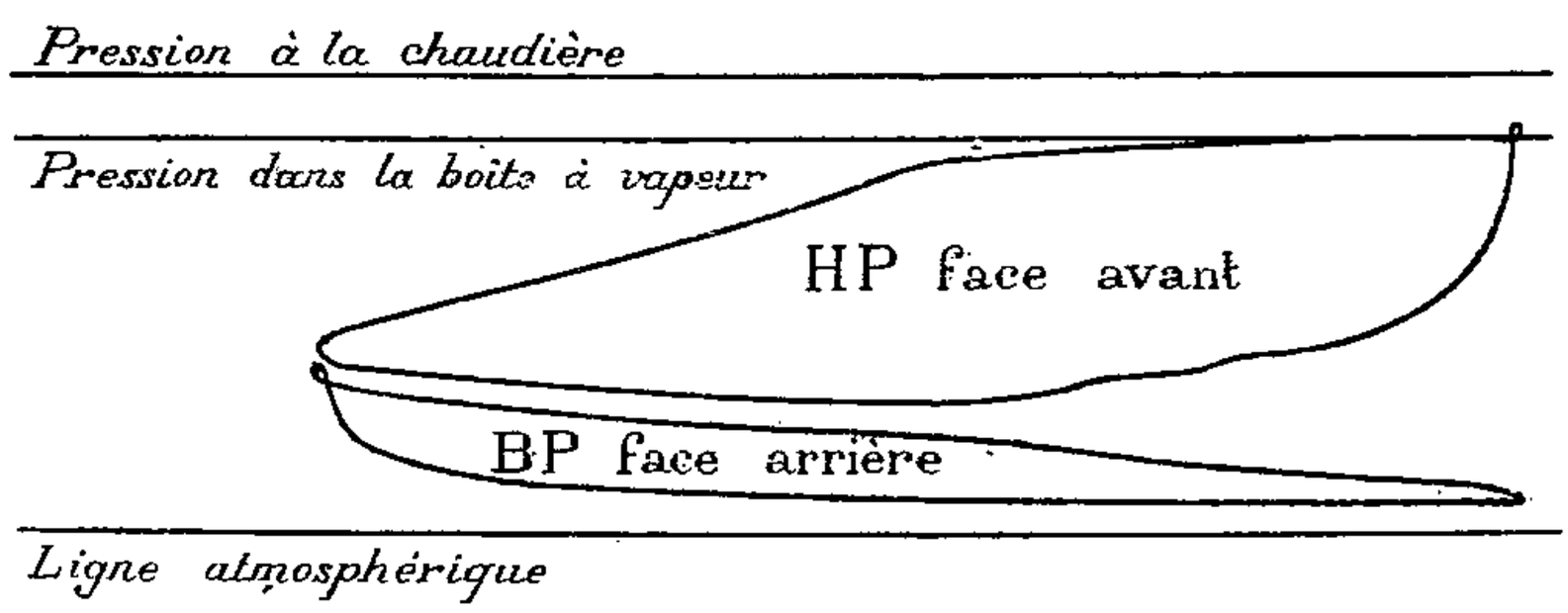


FIG. 4. — Train 13 du 3 juillet. Vitesse : 72 kilomètres à l'heure.
Échelle des ordonnées : 3 millimètres par kilogramme.

Diagramme n° 2. Pression absolue d'admission $11^{kg},90$.
Vitesse de 72 kilomètres à l'heure, soit trois tours par seconde.
Admission HP : 60 0/0 ; admission BP : 65 0/0.
Dépense de vapeur sensible :

HP. . . . . $m = 0^{kg},169745$.
BP. . . . . $m_1 = 0,138374$.

Écart des températures extrêmes de la vapeur :

HP. . . . . $\Theta_e = 38°,6$.
BP. . . . . $\Theta_{1e} = 42°$.

En appliquant l'équation (8), nous trouvons : $l = 0,427$.

Ces calculs sont faciles à vérifier et à refaire sur n'importe quels diagrammes.

On peut constater que les coefficients trouvés sont légèrement plus petits que ceux indiqués sur le tableau III pour l'admission de 65 0/0. Les résultats donnés par la théorie sont vérifiés d'une façon satisfaisante.

M. Léon RIPERT

Commandant du Génie en retraite, à Poix (Somme).

SUR LES TRIANGLES PARALLÉLOGIQUES ET LEURS APPLICATIONS

[K 5 d]

— Séance du 10 septembre —

Je me propose d'étudier, sous le nom de *parallélogie*, une catégorie de propriétés importantes, que je crois nouvelles ou peu connues, et qui méritent de prendre place à côté de celles si fécondes de l'homologie et de l'orthologie, avec lesquelles elles ont de nombreuses relations.

TRIANGLES PARALLÉLOGIQUES.

1. — *Si deux triangles* ABC, A′B′C′ *sont tels que les parallèles menées de*

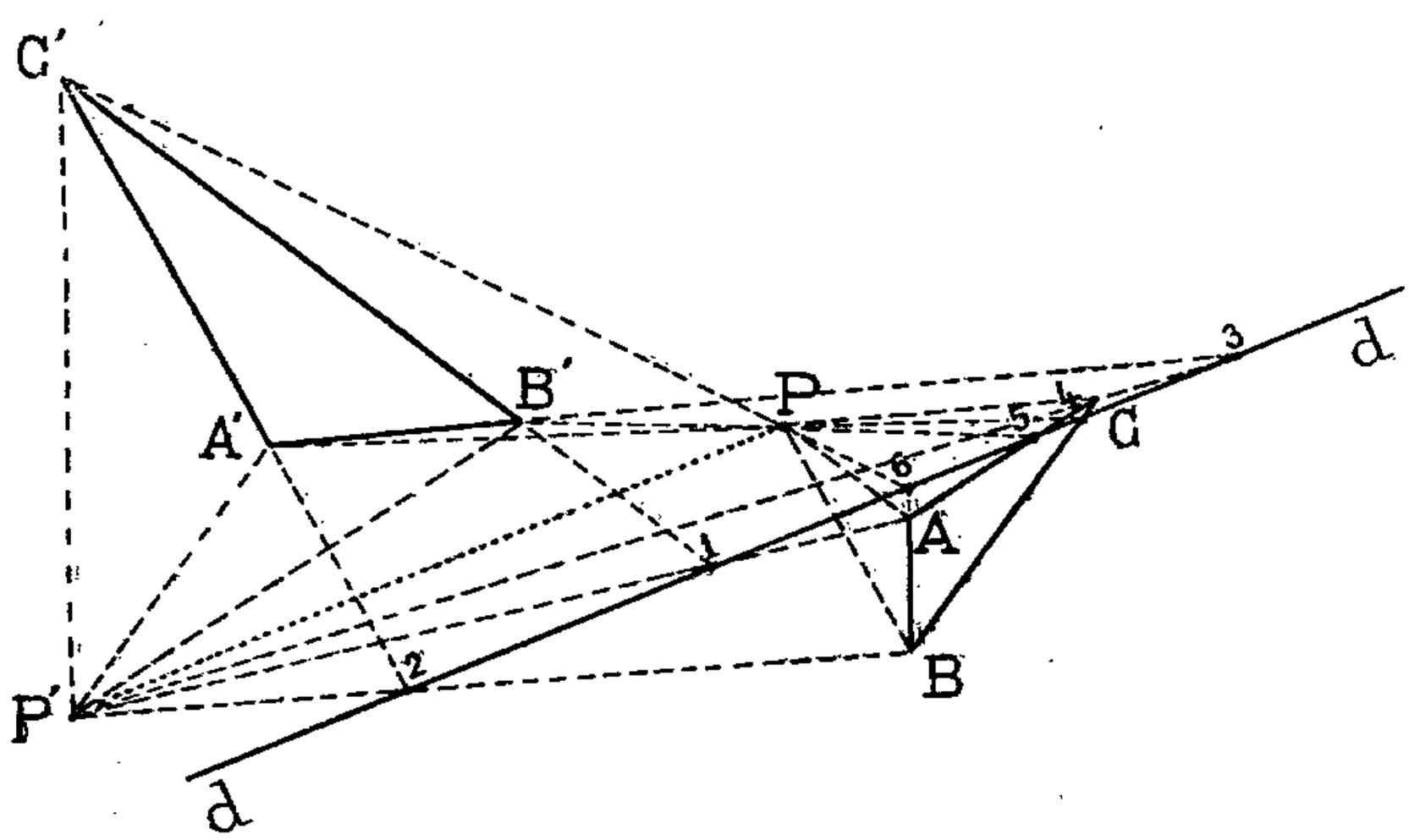


FIG. 1.

A′, B′, C′ *à* BC, CA, AB *concourent en un point* P′, *les parallèles menées de* A, B, C *à* B′C′, C′A′, A′B′ *concourent en un point* P *(fig. 1)*.

En effet, le triangle ABC étant de référence, soient α, β, γ ; α', β', γ' ;

α'', β'', γ'' les coordonnées barycentriques de A′, B′, C′ que nous pouvons, à cause de l'homogénéité, assujettir aux conditions :

$$(1) \qquad \alpha + \beta + \gamma = \alpha' + \beta' + \gamma' = \alpha'' + \beta'' + \gamma'' = s,$$

s étant une constante donnée. Les parallèles menées de A′, B′, C′ aux côtés BC, CA, AB ont pour équations :

$$(\alpha - s)x + \alpha y + \alpha z = 0, \qquad \beta' x + (\beta' - s)y + \beta' z = 0,$$
$$\gamma'' x + \gamma'' y + (\gamma'' - s)z = 0$$

et elles concourront au point P′(α, β', γ''), si l'on a :

$$(2) \qquad \alpha + \beta' + \gamma'' = s.$$

Telle est ce que j'appellerai la *condition de parallélogie* des deux triangles.

D'autre part, en tenant compte des conditions (1), les parallèles menées de A, B, C à B′C′, C′A′, A′B′ ont pour équations :

$$(\gamma' - \gamma'')y - (\beta' - \beta'')z = 0, \qquad (\alpha'' - \alpha)z - (\gamma'' - \gamma)x = 0,$$
$$(\beta - \beta')x - (\alpha - \alpha')y = 0,$$

et elles concourront en un point P si l'on a :

$$(2') \quad (\alpha - \alpha')(\beta' - \beta'')(\gamma'' - \gamma) = \alpha'' - \alpha)(\beta - \beta')(\gamma' - \gamma'').$$

Or cette condition, qui est une deuxième forme de la condition de parallélogie, est toujours remplie quand (2) l'est, car (1) et (2) entraînent :

$$(2'') \quad \alpha - \alpha' = \gamma' - \gamma'', \quad \beta' - \beta'' = \alpha'' - \alpha, \quad \gamma'' - \gamma = \beta - \beta'.$$

Les coordonnées du point P peuvent alors s'écrire:

$$(P) \quad (\beta' - \beta'')(\gamma' - \gamma''), \quad (\gamma'' - \gamma)(\alpha'' - \alpha), \quad (\alpha - \alpha')(\beta - \beta').$$

J'appelle *triangles parallélogiques* deux triangles ABC, A′B′C′ qui remplissent les conditions qui viennent d'être définies. Les points P et P′ seront dits *centres de parallélogie*, P étant toujours le point de concours des parallèles menées par A, B, C et P′ le point de concours des parallèles menées par A′, B′, C′.

2. — Si deux triangles sont parallélogiques, deux quelconques de leurs homothétiques le sont également. En d'autres termes, *la parallélogie, comme l'orthologie, ne dépend que de la direction des côtés des triangles considérés*. D'ailleurs, dire que ABC est parallélogique à A′B′C′ ou qu'il est ortho-

logique à un triangle A″B″C″ ayant ses côtés perpendiculaires à ceux de A′B′C′, c'est la même chose (*). Les côtés des triangles orthologiques ABC, A″B″C″, étant liés, comme on sait, par la relation :

$$\cos(b, c'')\cos(c, a'')\cos(a, b'') = \cos(b'', c)\cos(c'', a)\cos(a'', b),$$

la relation qui lie les directions des côtés des triangles parallélogiques ABC, A′B′C′, est

$$(2''') \quad \sin(b, c')\sin(c, a')\sin(a, b') = \sin(b', c)\sin(c', a)\sin(a', b).$$

Cette nouvelle forme de la condition de parallélogie est identique à (2′).

3. — *Si deux triangles sont doublement parallélogiques par permutation circulaire, ils le sont triplement dans ce système.* — Car les relations :

$$\alpha + \beta + \gamma = \alpha' + \beta' + \gamma' = \alpha'' + \beta'' + \gamma'' = s,$$
$$\alpha + \beta' + \gamma'' = s, \qquad \alpha' + \beta'' + \gamma = s,$$

entraînent la relation : $\alpha'' + \beta + \gamma' = s.$

Je reviendrai plus loin (n° 8) sur ce sujet qui appelle quelques observations.

4. — *Les droites* AP′, BP′, CP′, A′P, B′P, C′P (n° 1) *rencontrent respectivement les côtés* B′C′, C′A′, A′B′, BC, CA, AB *en six points situés sur une droite* d, *parallèle à* PP′, et qui sera dite *axe de parallélogie (fig. 1).*

Pour démontrer d'abord l'existence de cette propriété, on peut, d'après le n° 2, remplacer A′B′C′ par le triangle homothétique ayant son sommet C′ en C et son sommet B′ sur AB. Ceci revient à faire dans la notation du n° 1 :

$$\alpha'' = \beta'' = \gamma' = 0, \qquad \gamma'' = s,$$

et des conditions (1) et (2) qui deviennent alors :

$$\alpha + \beta + \gamma = \alpha' + \beta' = s = \alpha + \beta' + s,$$

il résulte : $\beta' = -\alpha, \qquad \alpha' = s + \alpha.$

Les coordonnées de P′, P et l'équation de PP′ sont alors

$$P'(\alpha, -\alpha, s), \qquad P[\alpha s, \alpha(\gamma - s), s(\gamma - s)]$$

$$(PP') \qquad 2s(s - \gamma)x + s(2s - \gamma)y + \gamma\alpha z = 0.$$

(*) Cette remarque équivaut à une démonstration géométrique du théorème n° 1.

Le point à l'infini I de cette droite a pour coordonnées :

$$\mathrm{I}\,[s\gamma + \gamma\alpha - 2s^2, \quad 2s^2 - 2s\gamma - \gamma\alpha, \quad s\gamma].$$

Les coordonnées des points (AP′, B′C′),... (A′P, BC)... sont :

(AP′, B′C′)	$s + \alpha$,	$-\alpha$,	s
(BP′, C′A′)	α,	β,	s
(CP′, A′B′)	$s\gamma + \gamma\alpha - s^2$,	$s^2 - s\gamma - \gamma\alpha$,	$s\gamma$
(A′P, BC)	0,	$s^2 - s\gamma - \gamma\alpha$,	s^2
(B′P, CA)	$s^2 - s\gamma - \gamma\alpha$,	0,	$s^2 - s\gamma$
(C′P, AB)	s,	$\gamma - s$,	0.

Ces six points et le point I sont sur la droite d

$$(d) \qquad s(s-\gamma)x + s^2y + (s\gamma + \gamma\alpha - s^2)z = 0.$$

La propriété étant ainsi démontrée, il suffit, pour obtenir l'équation de l'axe de parallélogie, dans le cas général du n° 1, de calculer celle de la droite déterminée, par exemple, par les points (AP′, B′C′) et (BP′, C′A′).

Si l'on pose :

$$\begin{aligned}
&\beta'\gamma'' - \gamma'\beta'' = \mathrm{A}_1, \qquad \beta''\gamma - \gamma''\beta = \mathrm{A}_2, \qquad \beta\gamma' - \gamma\beta' = \mathrm{A}_3,\\
&\gamma'\alpha'' - \alpha'\gamma'' = \mathrm{B}_1, \qquad \gamma''\alpha - \alpha''\gamma = \mathrm{B}_2, \qquad \gamma\alpha' - \alpha\gamma' = \mathrm{B}_3,\\
&\alpha'\beta'' - \beta'\alpha'' = \mathrm{C}_1, \qquad \alpha''\beta - \beta''\alpha = \mathrm{C}_2, \qquad \alpha\beta' - \beta\alpha' = \mathrm{C}_3 ;
\end{aligned}$$

on obtient pour équation de l'axe d cherché :

$$(\beta - \beta')\mathrm{A}_1x + (\gamma' - \gamma'')\mathrm{B}_2y + (\alpha'' - \alpha)\mathrm{C}_3z = 0,$$

ou indifféremment, à cause des identités (2″),

$$(\gamma'' - \gamma)\mathrm{A}_1x + (\alpha - \alpha')\mathrm{B}_2y + (\beta' - \beta'')\mathrm{C}_3z = 0.$$

5. — La propriété du n° 4 est très remarquable ; elle est double et même triple, car la droite d est définie, non par trois points (comme un axe d'homologie, par exemple), mais par six points ; en outre, elle a une direction remarquable, celle de PP′. Les six points de l'axe de parallélogie ne sont pas, en général, en involution.

6. — Si l'on désigne par A″, B″, C″ les points (A′P′, AP), (B′P′, BP), (C′P′, CP), le triangle A″B″C″ est, par définition, parallélogique à ABC avec centre P′ (et par suite, avec un second centre P'_1) et à A′B′C′ avec centre P (et un second centre P_1). Il est de plus, également par définition,

homologique à ABC avec centre P et à A′B′C′ avec centre P′. Soient d et d' les deux axes d'homologie et N leur point d'intervention. *Le point* N *est le milieu du segment* $P_1P'_1$.

En effet, en considérant les triangles CAB et CA′B′ du n° 4 (B′ étant sur AB), les coordonnées de A″, B″, C″ sont :

$$A''[\alpha(s+\alpha),\ \alpha(s-\alpha),\ s(s-\alpha)], \qquad B''[\alpha(s+\alpha),\ \alpha\beta,\ (s+\alpha)(\gamma-s)],$$
$$C''(0,\ 0,\ s).$$

Les axes d'homologie d de ABC et A″B″C″ et d' de A′B′C′ et A″B″C″ se coupant en C, il suffit de prouver que C est le milieu de $P_1P'_1$. Or on trouve :

$$(P'_1) \quad (s+\alpha)(2s-\gamma), \quad 2\beta s, \quad -2s(2s-\gamma)$$
$$(P_1) \quad (s+\alpha)(2s-\gamma), \quad 2\beta s, \quad -2(2s^2-2s\gamma-\gamma\alpha).$$

Les sommes des coordonnées pour P'_1 et P_1 étant respectivement égales à $-\gamma(s+\alpha)$ et $+\gamma(s+\alpha)$, la propriété est démontrée. Elle a le corollaire suivant :

Si l'on désigne par A‴, B‴, C‴ les points de rencontre respectifs des parallèles menées par P′ et P à B′C′ et BC, C′A′ et CA, A′B′ et AB, le triangle A‴B‴C‴ est homothétique à A″B″C″. *Le centre d'homothétie est le milieu de* PP′.

7. — *Si deux triangles sont parallélogiques, ils sont aussi antiparallélogiques et ont par suite quatre centres, deux de parallélogie et deux d'antiparallélogie.* Je mentionne ici cette propriété pour mémoire ; je la démontrerai plus loin (voir la note I).

TRIANGLES BIPARALLÉLOGIQUES, TRIPARALLÉLOGIQUES ET TÉTRAPARALLÉLOGIQUES.

8. — De la propriété analogue à celle énoncée au n° 3, on conclut ordinairement, en ce qui concerne l'homologie et l'orthologie, que *si deux triangles sont doublement homologiques (ou orthologiques), ils le sont triplement.*

Cette conclusion n'est pas légitime. L'inexactitude provient de ce que l'on se borne à considérer deux cas sur trois que comporte la question. Or, c'est précisément le cas négligé qui met en défaut la propriété. Les considérations suivantes, relatives à la parallélogie, s'appliquent également à l'homologie et à l'orthologie (*).

(*) Un exemple de deux triangles doublement homologiques et doublement orthologiques sans l'être triplement est celui de triangles isocèles et symétriques par rapport à leur hauteur commune.

Pour deux triangles quelconques ABC et A′B′C′, on peut établir entre les sommets, et par suite entre les côtés, six modes de correspondance formant deux groupes :

1°	(ABC, A′B′C′),	(ABC, B′C′A′),	(ABC, C′A′B′) ;
2°	(ABC, A′C′B′),	(ABC, C′B′A′),	(ABC, B′A′C′).

Les modes (1°), qui résultent d'une permutation circulaire directe, constituent ce que j'appellerai le *premier système* ; les modes (2°), qui résultent d'une permutation circulaire rétrograde, constituent le *second système*.

Deux triangles ABC, A′B′C′ sont *biparallélogiques*, *triparallélogiques* ou *tétraparallélogiques* si l'on peut établir, entre leurs sommets, 2, 3 ou 4 modes de correspondance de système quelconque auxquels les propriétés des triangles parallélogiques s'appliquent.

9. — *Si deux triangles sont biparallélogiques dans un même système, ils sont triparallélogiques dans ce système. Si deux triangles sont biparallélogiques, les modes de correspondance étant de système différent, ils ne sont pas, en général, triparallélogiques ; s'ils le sont exceptionnellement, ils sont tétraparallélogiques*. — Cela est évident, car deux relations d'un même système entraînent la troisième ; mais, de deux relations de système différent, ne résulte rien de plus. Quand, à l'une de ces relations s'ajoute exceptionnellement une autre de son système, elle entraîne la troisième de ce système.

Ainsi, le triangle A′B′C′ défini par A′(5, 4, — 3), B′(9, — 2, — 1), C′(1, 2, 3) est biparallélogique (sans être triparallélogique) au triangle de référence ABC. Le triangle défini par A′(4, 5, — 3), B′(7, — 1, 0), C′(1, 2, 3) est tétraparallélogique à ABC.

10. — En règle générale, l'homologie, la parallélogie ou l'orthologie de deux triangles a lieu dans le premier système s'ils sont *de sens contraire*, dans le second système s'ils sont *de même sens*. La même règle s'applique aux trihomologies, triparallélogies ou triorthologies. Dans ce qui suit, et tant qu'il ne s'agira que de deux triangles, je supposerai, comme il est toujours possible de le faire, que ces triangles sont de sens contraire, de façon à n'avoir à considérer que le premier système (permutation circulaire directe). Cette faculté n'existe plus quand trois triangles sont en cause : car, si l'on a trois triangles T, T′, T″, que T′ soit de sens contraire à T et T″ à T′, T et T″ sont évidemment de même sens.

GÉNÉRALISATIONS ET DÉFINITIONS

11. — On sait que l'homologie n'est autre que l'homothétie généralisée projectivement par la substitution d'une droite arbitraire donnée à la droite de l'infini. La parallélogie et l'orthologie sont susceptibles de généralisations analogues qu'il est nécessaire de préciser ici.

En ne considérant, pour plus de simplicité, que les propriétés des nos **1** et **4**, il est visible que ces propriétés ont la conséquence projective suivante :

Soient A_1, B_1, C_1, A'_1, B'_1, C'_1 les points de rencontre des côtés a, b, c, a', b', c', de deux triangles ABC, A′B′C′ avec une droite Δ. *Si les droites* $A'A_1$, $B'B_1$, $C'C_1$ *concourent en un point* P′, *les droites* AA'_1, BB'_1, CC'_1 *concourent en un point* P. *Les six points* (AP′, a'),... (A′P, a),... *sont sur une droite* d, *qui passe par le point commun à* Δ *et* PP′ (*).

Deux triangles ABC, A′B′C′, qui remplissent ces conditions, seront dits *parallélogiques par rapport à* Δ.

12. — La propriété fondamentale de l'orthologie est : Si deux triangles ABC, A′B′C′ sont tels que les perpendiculaires abaissées de A, B, C sur B′C′, C′A′, A′B′ soient concourantes, les perpendiculaires abaissées de A′, B′, C′ sur BC, CA, AB le sont également. — D'où cette conséquence projective :

Soient I, J deux points (réels ou imaginaires) déterminant la droite Δ ; A_2,... A'_2,... les conjugués harmoniques de A_1,... A'_1... (n° 11) par rapport à (I, J). *Si les triangles* ABC, A′B′C′ *sont tels que les droites* AA'_2, BB'_2, CC'_2 *concourent en un point* Q, *les droites* $A'A_2$, $B'B_2$, $C'C_2$ *concourent en un point* Q′.

Lorsque deux triangles ABC, A′B′C′ rempliront ces conditions, je dirai qu'ils sont *orthologiques par rapport* à IJ (IJ = Δ).

Les points Q et Q′ auront toujours, dans ce qui suit, la signification de centres d'orthologie, correspondant respectivement anx perpendiculaires (ou droites analogues) abaissées de A, B, C et de A′, B′, C′.

13. — Il est aisé de voir que toute orthologie peut se ramener à une parallélogie, et réciproquement ; je me suis même déjà servi de cette considération au n° 2. Toutefois la parallélogie (proprement dite, ou par rapport à Δ) est indépendante de la donnée d'un couple de points I, J, tandis que

(*) Ces théorèmes généralisés ne sont pas plus difficiles à démontrer directement que les théorèmes primitifs.

Il suffit, si $ux + vy + wz = 0$ est l'équation de Δ, d'assujettir les coordonnées de A′, B′, C′ aux conditions

$$u\alpha + v\beta + w\gamma = u\alpha' + v\beta' + w\gamma' = u\alpha'' + v\beta'' + w\gamma'' = s.$$

On trouve alors $u\alpha + v\beta' + w\gamma'' = s$ pour condition de parallélogie par rapport à Δ, etc.

l'orthologie dépend essentiellement de cette donnée. En outre, de la considération de deux triangles parallélogiques résulte immédiatement une droite importante, l'axe de parallélogie *d*, tandis que l'on ne voit, pour deux triangles orthologiques, aucune droite que l'on puisse appeler axe d'orthologie.

RELATIONS ENTRE L'HOMOLOGIE, LA PARALLÉLOGIE ET L'ORTHOLOGIE.

14. — *Si deux triangles* ABC, A′B′C′ *sont homologiques, le centre* D *étant sur la droite donnée* Δ *et l'axe d'homologie* δ *coupant* Δ *au point* E, *conjugué harmonique de* D *par rapport à* (I, J) :

1° Ils sont parallélogiques et orthologiques par rapport à IJ, *Les centres* P *et* Q *sont sur la conique* (ABCIJ), *les centres* P′ *et* Q′ *sur la conique* (A′B′C′IJ); *les droites* PQ *et* P′Q′ *passent respectivement par les pôles* K *et* K′ *de* Δ *par rapport à ces coniques; les droites* PP′, QQ′ *et l'axe de parallélogie* d *passent par* D.

2° Les deux triangles sont en outre parallélogiques par rapport à d, *les centres* P *et* P′ *s'échangeant, l'axe de parallélogie devenant* Δ.

3° Si l'on considère les coniques (ABCP′Q′), (A′B′C′PQ), *elles coupent* d

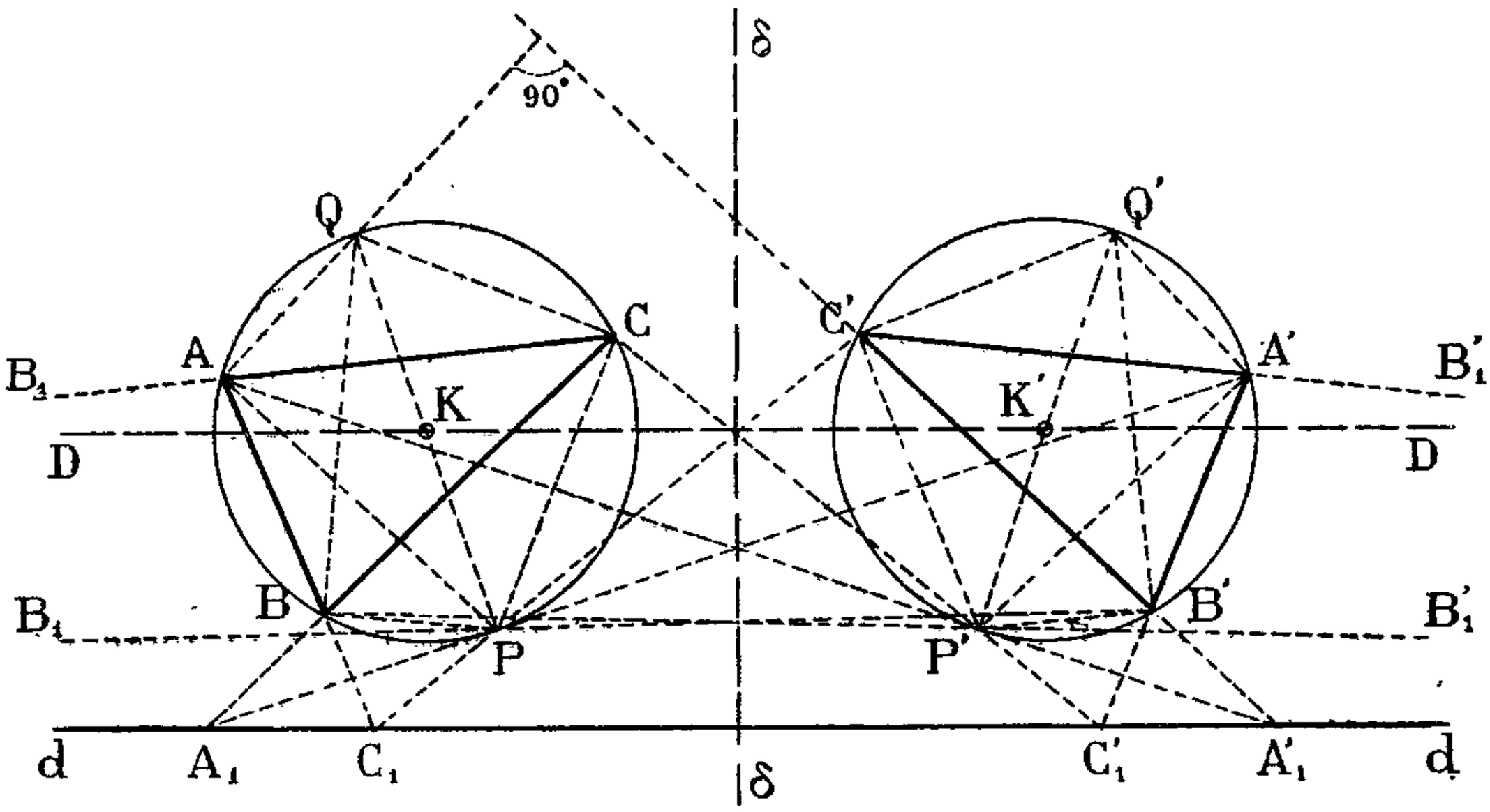


FIG. 2.

aux mêmes points I′ *et* J′, *et les triangles* ABC, A′B′C′ *sont orthologiques par rapport à* I′J′, *les centres* Q *et* Q′ *s'échangeant.*

Ce théorème résulte projectivement des propriétés élémentaires qui suivent :

Si deux triangles ABC, A′B′C′ *(fig. 2)* sont symétriques par rapport à une droite δ, ils sont évidemment homologiques avec axe δ et centre au point à l'infini D de la direction perpendiculaire. Ces triangles sont paral-

lélogiques, car les parallèles menées par A, B, C, à B′C′, C′A′, A′B′ concourent en un point P, d'où le centre symétrique P′ ; et ils sont orthologiques, car les perpendiculaires abaissées de A, B, C sur B′C′, C′A′, A′B′ concourent en un point Q, d'où le centre symétrique Q′ ; P et Q, P′ et Q′ sont respectivement sur les cercles (ABC), (A′B′C′) et diamétralement opposés ; PP′, QQ′ et l'axe de parallélogie d sont parallèles à la ligne KK′ des centres des cercles, pôles de la droite (Δ) de l'infini.

A_1, B_1, C_1, A'_1, B'_1, C'_1 étant les points de rencontre de BC, ... B′C′, ... avec d, on voit que les droites A'_1A', B_1B', C_1C' passent par P. Les triangles sont donc parallélogiques par rapport à d ; P′ s'échange avec P et Δ s'échange avec d, c'est-à-dire devient l'axe de cette parallélogie par rapport à d.

Les deux premières parties du théorème étant démontrées par les considérations qui précèdent, la troisième en résulte par réciprocité.

15. — On sait que si deux triangles homologiques sont inscrits à une conique O, leurs six côtés touchent une même conique I.

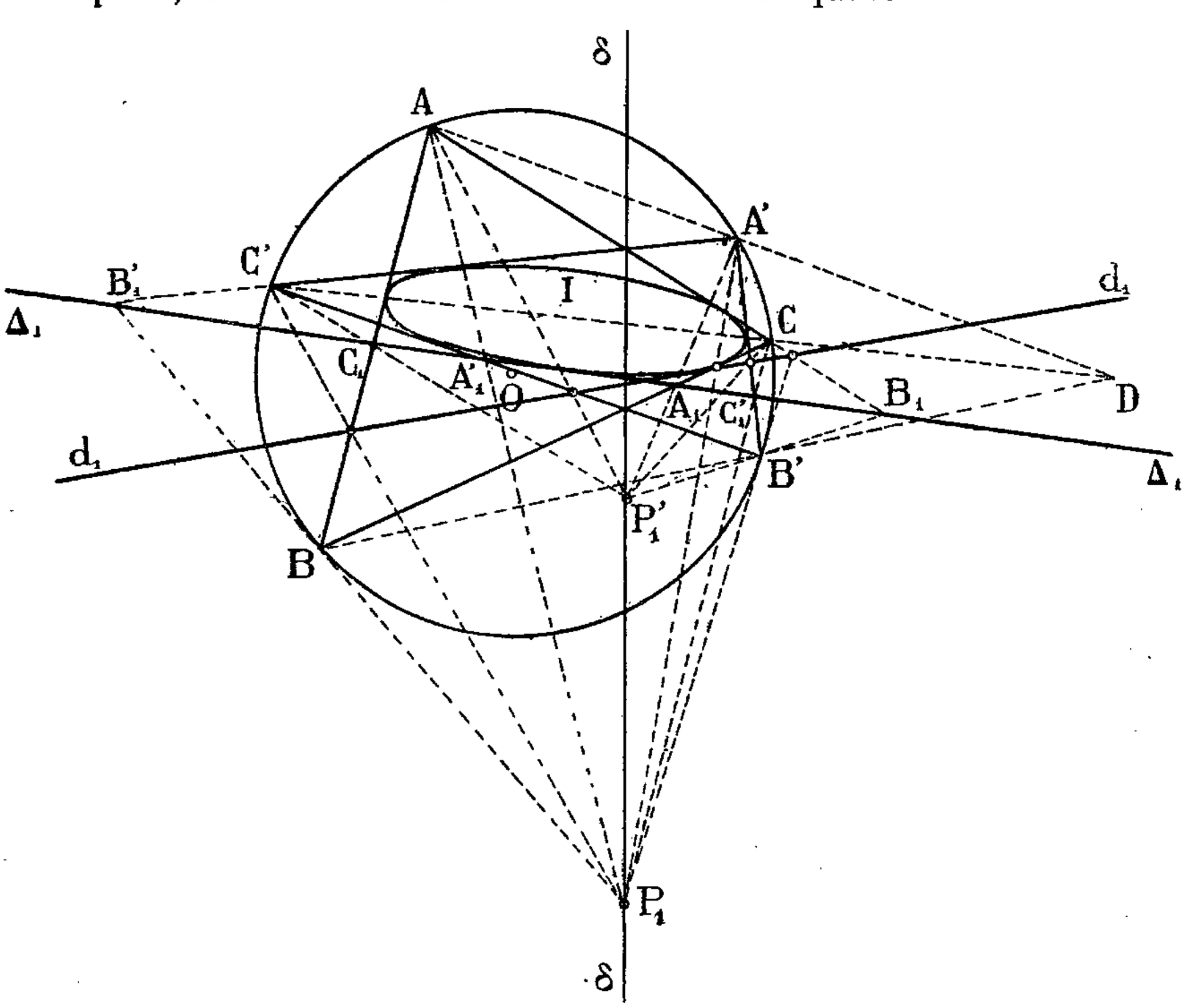


FIG. 3.

Deux triangles homologiques inscrits à O *(et par suite circonscrits à* I*) sont parallélogiques : 1° par rapport à une droite quelconque* Δ *passant par le centre d'homologie* D, *les centres* P, P′ *étant sur* O *et l'axe* d *passant par*

D ; *2° par rapport à une tangente quelconque* Δ_1 *à* I, *les centres* P_1 et P'_1 *étant des points conjugués (par rapport à* O*) de l'axe d'homologie* δ, *l'axe de parallélogie* d_1 *étant tangent à* I *et coupant* PP′ *sur* δ, *3° on peut interchanger* Δ *et* d, P *et* P′ *d'une part,* Δ_1 *et* d_1, P_1 *et* P'_1 *de l'autre.*

La première partie de ce théorème est un cas particulier du précédent, car, si l'on suppose les triangles inscrits dans un cercle, le centre D étant sur la droite (Δ) de l'infini, ils sont symétriques par rapport au diamètre perpendiculaire. D'ailleurs, la droite de l'infini est essentiellement une droite de *direction indéterminée ;* donc, la propriété s'étend à une droite quelconque passant par D, et il serait facile d'y ajouter des propriétés d'orthologie par rapport aux deux points (I, J) d'intersection de chaque droite Δ avec O.

La seconde partie du théorème résulte de considérations plus longues : elle se rattache directement (ainsi que la première d'ailleurs) à un théorème intéressant dû à M. Aubert. Je remets sa démonstration à une note finale (note II) et je me borne pour le moment à l'élucider par la figure 3 ci-contre.

RELATIONS ENTRE LA TRIHOMOLOGIE, LA TRIPARALLÉLOGIE ET LA TRIORTHOLOGIE (*).

16. — Les points I et J étant donnés, j'appellerai coniques Γ, Γ', ... les coniques (ABCIJ), (A′B′C′IJ), ... Ces coniques jouissent, par rapport à ces points I, J de toutes les propriétés projectives des cercles (par rapport aux points cycliques) et les pôles K, K′, ... de Δ par rapport à ces coniques de toutes les propriétés projectives des centres des cercles.

On sait que l'on peut inscrire aux coniques Γ, Γ',... une infinité de triangles tels que les pôles K, K′, ... de Δ par rapport à ces coniques soient les centres d'homologie de ces triangles et de leurs triangles circonscrits, Δ étant l'axe d'homologie ; K, K′, ... sont alors les *points de Lemoine généralisés* de ces triangles et Δ est leur *droite de Lemoine généralisée.* Les triangles jouissent, dans ce cas, de toutes les propriétés projectives des triangles équilatéraux, car, un triangle inscrit dans un cercle est équilatéral si son point K de Lemoine coïncide avec le centre, pôle de sa droite Δ de Lemoine, qui est alors la droite de l'infini.

17. — *Tous les triangles* ABC, A′B′C′, *inscrits respectivement à deux coniques* Γ, Γ', *et tels que leurs points de Lemoine généralisés soient les pôles* K, K′ *de* Δ, *sont triparallélogiques par rapport à* Δ *et triorthologiques*

(*) Ce qui suit est intimement lié à la question des triangles trihomologiques inscrits à une ou plusieurs coniques. Voir, à ce sujet, mon Mémoire (*AFAS*, Paris, 1900), l'étude de M. Third : Triangles triply in perspective (*P. R. S. E.*, 1900-1901), une note de M. Espanet (*J. M.*, 1901, p. 46). — Sur l'orthologie et la triorthologie, consulter le Mémoire de M. É. Lemoine (*AFAS*, Limoges, 1890).

par rapport à IJ. *Les centres de parallélogie ou d'orthologie provenant des droites* AA'_1 ... *(n° 11) ou* AA'_2 ... *(n° 12) sont sur* Γ ; *les centres provenant des droites* $A'A_1$, ... *ou* $A'A_2$, ... *sont sur* Γ′. *La droite qui joint, sur une conique, un centre de parallélogie au centre d'orthologie correspondant passe par* K.

En effet, considérons deux triangles équilatéraux ABC, A′B′C′, de grandeur et position quelconques. Si, par A, B, C, nous menons des parallèles à B′C′, C′A′, A′B′, ces parallèles se coupent en un point P du cercle (ABC), car l'on a APB = APC = 60° ; BPC = 120° ; ou une combinaison analogue. Il en est de même pour les parallèles menées de A, B, C à C′A′, A′B′, B′C′ ou à A′B′, B′C′, C′A′, et encore de même pour les perpendiculaires abaissées de A, B, C sur (B′C′, ...), (C′A′, ...) ou (A′B′, ...) qui sont parallèles aux côtés d'un triangle équilatéral perpendiculaire à A′B′C′; il en résulte enfin que tout centre P est diamétralement opposé au centre Q correspondant.

La conséquence projective de ces propriétés est le théorème énoncé.

18. — *Tous les triangles* ABC, A′B′C′, ... *inscrits respectivement aux coniques* Γ, Γ′, ... *et tels que leurs points de Lemoine généralisés soient au même point* K, *pôle commun de* Δ *par rapport à toutes ces coniques, sont trihomologiques, triparallélogiques par rapport à* Δ *et triorthologiques par rapport à* IJ. — C'est le théorème précédent combiné avec la généralisation de cette propriété élémentaire : Tous les triangles équilatéraux concentriques sont trihomologiques.

Pour deux triangles équilatéraux concentriques (et de grandeur différente), les trois centres d'homologie sont sur un cercle concentrique dont le rayon est d'autant plus grand que la différence des rayons des cercles circonscrits aux deux triangles est plus petite, et les axes d'homologie touchent un cercle concentrique dont le rayon décroît avec cette différence. Quant aux axes de parallélogie, il est aisé de voir qu'ils sont, dans tous les cas, trois droites passant par le centre et inclinées à 60° l'une sur l'autre. D'où ce corollaire :

Si les triangles ABC, A′B′C′, ... *sont inscrits à une même conique* Γ, *le lieu de leurs centres d'homologie est la droite* Δ ; *le lieu des centres de parallélogie et d'orthologie (par rapport à* IJ*) est la conique* Γ ; *les axes d'homologie et de parallélogie passent par* K.

APPLICATION A LA GÉOMÉTRIE BROCARDIENNE.

19. — Soit ABC un triangle, A′B′C′ son premier triangle de Brocard, A″B″C″ le triangle formé par le réciproque A″ du point K de Lemoine et les deux points de Brocard (que j'appellerai ici B″ et C″).

Les triangles ABC, A′B′C′, A″B″C″ *sont deux à deux trihomologiques, triparallélogiques et triorthologiques par rapport à* $I_e J_e$, I_e *et* J_e *étant les deux points imaginaires à l'infini de l'ellipse de Steiner circonscrite* (*) *à l'un quelconque des triangles. Du triple de triangles* (ABC, A′B′C′, A″B″C″) *dérive une infinité de triangles* $A^nB^nC^n$ *remplissant les mêmes conditions de trihomologie, triparallélogie et triorthologie et ayant même barycentre* G ; *tous les axes de parallélogie passent par* G.

Il suffit, d'après le théorème précédent, de montrer que les ellipses de Steiner circonscrites aux triangles ABC, A′B′C′, A″B″C″, et dont le centre est G, ont mêmes points I_e et J_e. Or ces ellipses ont pour équations respectives :

$$yz + zx + xy = 0$$

$$(b^2c^2 + c^2a^2 + a^2b^2)(x^2 + y^2 + z^2) - (a^4 + b^4 + c^4)(yz + zx + xy) = 0,$$

$$a^2b^2c^2(a^2 + b^2 + c^2)(x^2 + y^2 + z^2) - (b^4c^4 + c^4a^4 + a^4b^4)(yz + zx + xy) = 0,$$

et coupent la droite de l'infini aux points $I_e(\theta, \theta^2, 1)$, $J_e(\theta^2, \theta, 1)$ θ et θ^2 étant les deux racines cubiques imaginaires de l'unité.

20. — On peut développer indéfiniment cette application et en déduire une infinité de points et droites intéressants. Tout triple de centres d'homologie, parallélogie ou orthologie est un triangle $A^nB^nC^n$. Le faisceau des axes de parallélogie, formé autour de G, fournit des droites importantes. Par exemple, les axes des triangles ABC et A′B′C′ sont la droite

$$(d) \qquad (b^2 - c^2)(b^2c^2 - a^4)x + (c^2 - a^2)(c^2a^2 - b^4)y + (a^2 - b^2)(a^2b^2 - c^4)z = 0,$$

et ses deux isobariques d_1 et d_2. La droite d est particulièrement remarquable : indépendamment de G et des six points qui la déterminent comme axe et qui sont en involution, elle passe par les points $\left(\frac{1}{b^2c^2 - a^4}, \text{ etc.}\right)$ et $\left(\frac{a^2}{b^2c^2 - a^4}, \text{ etc.}\right)$ En d'autres termes, elle est la droite de jonction du réciproque et de l'inverse du point W ($b^2c^2 - a^4$, etc.), étudié par M. Lemoine (*Association française*, Carthage, 1896) et qui est fondamental dans la géométrie brocardienne. Elle est en outre parallèle à la droite remarquable KR (R étant le point de Steiner de ABC ; K, point de Lemoine de ABC, étant le point de Steiner de A′B′C′).

(*) Ou, si l'on veut, *inscrite*, car toutes ces ellipses sont homothétiques, et le triangle formé par trois points de contact est un triangle $A^nB^nC^n$. — On peut encore dire : Tous les triangles d'aire maximum inscrits (ou minimum circonscrits) à des ellipses concentriques et homothétiques sont trihomologiques, triparallélogiques et triorthologiques par rapport aux points à l'infini de ces ellipses.

Note I.

TRIANGLES PARALLÉLOGIQUES, ANTIPARALLÉLOGIQUES, ETC.

Deux triangles ABC, A′B′C′ étant donnés, je désigne par A(B′C′), ... A′(BC), ... les triangles dont les côtés sont (CA, AB, B′C′), ... (C′A′, A′B′, BC), ...

Par suite, deux droites partant du sommet A et conjuguées isogonales par rapport au triangle A(B′C′) le sont également par rapport au triangle ABC. Donc, *si trois droites partant des sommets* A, B, C, *dans les triangles* A(B′C′), B(C′A′), C(A′B′) *sont concourantes, leurs isogonales, par rapport aux mêmes triangles, le sont également.*

Cette simple remarque permet de doubler les propriétés des triangles parallélogiques et orthologiques et d'en concevoir d'autres.

1° Le théorème du n° 1 peut s'énoncer ainsi : si deux triangles ABC, A′B′C′ sont tels que les parallèles menées par les sommets A, B, C à leurs côtés opposés dans les triangles A(B′C′), B(C′A′), C(A′B′) soient concourantes, la propriété est réciproque. Les triangles sont parallélogiques ; et alors, *les antiparallèles des côtés* B′C′, C′A′, A′B′ *menées par les mêmes sommets dans les mêmes triangles sont concourantes, et réciproquement.* En d'autres termes, *deux triangles parallélogiques sont antiparallélogiques* (n° 7).

2° Si deux triangles ABC, A′B′C′ sont tels que les *hauteurs* des sommets A, B, C dans les triangles A(B′C′), B(C′A′), C(A′B′) soient concourantes, la propriété est réciproque. Les triangles sont orthologiques ; et alors *les syhauteurs* (*) *des mêmes sommets dans les mêmes triangles sont concourantes, et réciproquement.* En d'autres termes, *deux triangles orthologiques sont syorthologiques.*

3° *Si deux triangles* ABC, A′B′C′ *sont tels que les médianes des sommets* A, B, C *dans les triangles* A(B′C′), B(C′A′), C(A′B′) *soient concourantes, la propriété est réciproque.* Les triangles peuvent être dits alors *médianologiques*, et aussi *symédianologiques*, car, d'après la remarque faite au début de cette note, *les symédianes des mêmes sommets dans les mêmes triangles sont concourantes et réciproquement.*

En effet, on reconnaît d'abord que, le triangle A′B′C′ étant défini comme au n° 1, la condition de concours des médianes de A, B, C dans A(B′C′), ... est :

$$(M) = (\alpha - \alpha')(\beta' - \beta'')(\gamma'' - \gamma) + (\alpha'' - \alpha)(\beta - \beta')(\gamma' - \gamma'') = 0.$$

Puis, que la condition de concours des médianes de A′, ... dans A′(BC), ... est :

$$(M') = \begin{vmatrix} (\alpha-\alpha')A_2+(\alpha''-\alpha)A_3 & (\alpha-\alpha')B_2+(\alpha''-\alpha)B_3 & (\alpha-\alpha')C_2+(\alpha''-\alpha)C_3 \\ (\beta'-\beta'')A_3+(\beta-\beta')A_1 & (\beta'-\beta'')B_3+(\beta-\beta')B_1 & (\beta'-\beta'')C_3+(\beta-\beta')C_1 \\ (\gamma''-\gamma)A_1+(\gamma'-\gamma'')A_2 & (\gamma''-\gamma)B_1+(\gamma'-\gamma'')B_2 & (\gamma''-\gamma)C_1+(\gamma'-\gamma'')C_2 \end{vmatrix} = 0$$

où $A_1, A_2, \ldots C_3$ sont les binômes indiqués au n° 4. En développant, on trouve :

$$(M') = (M) \begin{vmatrix} A_1A_2A_3 \\ B_1B_2B_3 \\ C_1C_2C_3 \end{vmatrix}$$

ce qui démontre la propriété.

(*) M. Barisien a nommé *syhauteurs* d'un triangle les diamètres du cercle circonscrit passant par les sommets (I. M., 1901, p. 84).

La condition (M) est la condition de parallélogie (2′, n° 1) *à un signe près*. Il en résulte que les directions des côtés des triangles médianologiques ABC, A′B′C′ sont liées par la rotation (2‴) avec le même changement de signe.

Si deux triangles sont bimédianologiques dans un système, ils ne sont pas trimédianologiques dans ce système, mais ils sont parallélogiques (et par suite, antiparallélogiques). Car, si l'on a, par exemple :

$$(\alpha' - \alpha'')(\beta'' - \beta)(\gamma - \gamma') + (\alpha - \alpha')(\beta' - \beta'')(\gamma'' - \gamma) = 0,$$
$$(\alpha'' - \alpha)(\beta - \beta')(\gamma' - \gamma'') + (\alpha' - \alpha'')(\beta'' - \beta)(\gamma - \gamma') = 0.$$

il en résulte la condition de parallélogie

$$(\alpha - \alpha')(\beta' - \beta'')(\gamma'' - \gamma) = (\alpha'' - \alpha)(\beta - \beta')(\gamma' - \gamma'')$$

Il est aisé de poursuivre cette étude.

Note II.

SUR UN THÉORÈME DE M. AUBERT

Dans ses *Notas Matematicas* (Voir P.M.S., 1900, p. 122), M. Duran Loriga a donné une nouvelle démonstration de ce théorème dû à M. Aubert (*) :

Si deux triangles ABC, A′B′C′ *inscrits à une conique sont homologiques, les droites* PA, PB, PC *menées d'un point* P *de la conique aux sommets* A, B, C *coupent les côtés* B′C′, C′A′, A′B′ *en des points situés sur une droite qui passe par le centre d'homologie.*

Ce théorème est susceptible de compléments importants.

D et δ étant le centre et l'axe d'homologie des triangles ABC, A′B′C′ inscrits à la conique O (et par conséquent circonscrits à une conique I), P et P′ étant deux points du plan, j'appellerai T_1 le triple de points (BC, PA′), (CA, PB′), (AB, PC′); T_2, le triple de points (BC, P′A′), ...; T_3, le triple de points (B′C′, PA), ... ; enfin T_4, le triple de points (B′C′, P′A), ...

Cela posé, on a les théorèmes suivants :

1° *Le lieu des points* P *ou* P′ *du plan tels que les points des triples* T_1, T_2, T_3 *ou* T_4 *soient collinéaires, se compose de la conique* O *et de l'axe* δ ;

2° *Si* P *et* P′ *sont les intersections de* O *et d'une sécante quelconque* Δ *passant par* D, *les six points* T_1 *et* T_4 *d'une part,* T_2 *et* T_3 *de l'autre, sont sur des droites* d *et* d′ *qui passent par* D. *Les droites* (PA, P′A′), (PB, P′B′), (PC, P′C′) *se coupent sur* δ *en des points* A″, B″, C″. *Les droites* (PA′, P′A), (PB′, P′B), (PC′, P′C) *se coupent sur* δ *en des points* A‴, B‴, C‴, *conjugués respectifs de* A″, B″, C″ *par rapport à* O. *Les droites qui joignent les points correspondants des triples* T_1 *et* T_3, T_2 *et* T_4 *enveloppent la conique* I.

3° *Si* P *et* P′ *sont deux points conjugués (par rapport à* O) *pris sur* δ, *les droites* d *et* d′, *lieux respectifs des points* (T_1 *et* T_4), (T_2 *et* T_3) *enveloppent la conique* I. *Les droites* (PA, P′A′), ..., (PA′, P′A), ... *se coupent sur la conique* O *en des points* A″, B″, C″ ; A‴, B‴, C‴ *tels que les triangles* A″, B″, C″, A‴, B‴, C‴ *sont homologiques avec centre* D *et axe* δ. *Enfin, les droites qui joignent les points correspondants des triples* T_1 *et* T_3, T_2 *et* T_4 *passent par* D.

(*) Voir Rouché et de Comberousse (6e édition, t. II, p. 455).

En effet, soit ABC le triangle de référence inscrit à la conique O,

$$lxz + mzx + nxy = 0,$$

et soient α, β, γ les coordonnées du centre D. On a alors, en posant :

$$m\gamma + n\beta = \lambda, \quad n\alpha + l\gamma = \mu, \quad l\beta + m\alpha = \nu,$$
$$A'(l\beta\gamma, -\lambda\beta, -\lambda\gamma), \quad B'(-\mu\alpha, m\gamma\alpha, -\mu\gamma), \quad C'(-\nu\alpha, -\nu\beta, n\alpha\beta).$$

Équation de δ : $\lambda x + \mu\gamma + \nu z = 0.$

Équation tangentielle de I : $\frac{l\lambda}{\alpha u} + \frac{m\mu}{\beta v} + \frac{n\nu}{\gamma w} = 0.$

Soient α_1, β_1, γ_1 les coordonnées d'un point P du plan. Celles des points T_1 et T_3 correspondants sont respectivement :

$$T_1 \quad [0, \quad \beta(\lambda\alpha_1 + l\gamma\beta_1), \quad \gamma(\lambda\alpha_1 + l\beta\gamma_1) ; \ldots]$$
$$T_3 \quad [\alpha(\mu\beta_1 + \nu\gamma_1), \quad l\beta\gamma\beta_1, \quad l\gamma\beta\gamma_1 ; \ldots]$$

Il est visible que la condition pour que les trois points T_1 (ou les trois points T_3) soient collinéaires, que l'on obtient en égalant à zéro le déterminant des coordonnées, est du troisième degré en α_1, β_1, γ_1. Le calcul montre que, dans un cas comme dans l'autre, elle se décompose en

(1) $$l\beta_1\gamma_1 + m\gamma_1\alpha_1 + n\alpha_1\beta_1 = 0,$$

(2) $$\lambda\alpha_1 + \mu\beta_1 + \nu\gamma_1 = 0,$$

ce qui démontre la première partie du théorème.

Si la condition (1) est remplie, les trois points T_1 sont sur la droite

(*d*) $$\frac{lx}{\alpha\alpha_1} + \frac{my}{\beta\beta_1} + \frac{nz}{\gamma\gamma_1} = 0,$$

et cette droite passe par les trois points T_4 dont les coordonnées sont (*) :

$$T_4 \left[\alpha\left(\left(\frac{\beta_1 n\mu}{\gamma} - \frac{\gamma_1 m\nu}{\beta}\right), \quad -m(\gamma_1\nu + \alpha\beta_1 n), \quad n(\beta_1\mu + \alpha\gamma_1 m)\right]\right.$$

Les droites (PA, P'A'), (PA', P'A) se coupent respectivement aux points :

$$A''(\mu\beta_1 + \nu\gamma_1, \quad -\lambda\beta_1, \quad -\lambda\gamma_1)$$

$$A''' \begin{cases} l(\mu\beta_1 + \nu\gamma_1)\beta\gamma + \lambda\alpha_1(\mu\beta + \nu\gamma), & -\lambda(\nu\beta\gamma_1 + \lambda\beta\alpha_1 - m\alpha\beta_1\gamma), \\ & -\lambda(\lambda\gamma\alpha_1 + \mu\gamma\beta_1 - n\alpha\beta\gamma_1), \end{cases}$$

qui sont situés sur δ et conjugués par rapport à la conique O.

Enfin, la droite qui joint les points correspondants (BC, PA'), (B'C', PA) des triples T_1 et T_3 a pour équation :

$$\beta\gamma l\lambda(\beta\gamma_1 - \gamma\beta_1)x + \alpha(\mu\beta_1 + \nu\gamma_1)[\gamma(\lambda\alpha_1 + l\beta\gamma_1)\gamma - \beta(\lambda\alpha_1 + l\gamma\beta_1)z] = 0,$$

(*) Je supprime les détails de calcul. Pour avoir les coordonnées des points T_4, il faut d'abord calculer celles du point P', intersection de la conique O et de la droite PD. $\left[\frac{l}{\alpha_1(\beta\gamma_1 - \gamma\beta_1)}, \text{ etc.}\right]$

et, la condition (1) étant remplie, les coordonnées de cette droite satisfont à l'équation de la conique I.

La seconde partie du théorème énoncé est donc démontrée. Quant à la troisième, on peut la démontrer par des calculs analogues ; mais ces calculs sont superflus, cette troisième partie étant une réciproque de la seconde. Car, si l'on fait deux figures, l'une correspondant aux propriétés (2°), l'autre correspondant aux propriétés (3°), on voit immédiatement que, pour passer de l'une à l'autre, il suffit d'échanger les points P et P′ de la première, situés sur la conique O, avec l'un des couples de points conjugués de l'axe δ (A″ et A‴, par exemple). Toutes les droites qui se coupaient sur O dans l'une des figures se coupent sur δ dans l'autre ; toutes les droites qui touchaient la conique I passent par D, et réciproquement.

Il y a là une correspondance dont l'étude de détail fournit de nombreux et intéressants résultats. Le théorème du n° 15 est une autre manière d'énoncer les mêmes propriétés.

M. Léon RIPERT

Commandant du Génie en retraite, à Poix (Somme).

NOTES SUR LE QUADRILATÈRE [K 8 a]

— Séance du 10 septembre —

1. — On connaît un assez grand nombre de théorèmes sur le quadrilatère complet ; ils sont épars dans les Traités de Géométrie où ils sont, en général, proposés comme exercices. Dans les *Théorèmes et Problèmes de géométrie élémentaire* de CATALAN, que je cite de préférence parce que les démonstrations y sont données (*), je relève les théorèmes suivants :

a) Si l'on considère les triangles T_a, T_b, T_c, T_d formés par quatre droites a, b, c, d, prises trois à trois : 1° les quatre cercles circonscrits à ces triangles se coupent en un même point F ; 2° les centres O_a, O_b, O_c, O_d et le point F sont sur un même cercle O.

b) Les cercles décrits sur les trois diagonales du quadrilatère complet comme diamètres ont un même axe radical h ; les orthocentres des quatre triangles T_a, ... T_d sont sur cette droite h.

c) Les milieux m_a, m_b, m_c des trois diagonales sont sur une droite δ, perpendiculaire à h et qui est un axe des moyennes distances du quadri-

(*) Liv. II, théor. VIII et liv. III, théor. XLVIII à LII.

latère. Chacune des diagonales est divisée harmoniquement par les deux autres.

Ces propriétés, auxquelles on pourrait ajouter celles qui résultent de l'application du théorème de Desargues, ont de nombreux corollaires, que l'on aperçoit plus aisément en introduisant le point de vue analytique. Il existe d'ailleurs beaucoup d'autres propriétés. Je me propose de les réunir ou de les signaler et de montrer que leur ensemble commence à constituer ce que l'on peut appeler la *Géométrie du quadrilatère*.

Soit le quadrilatère formé par les quatre droites a, b, c, d. En appelant A, B, C, A′, B′, C′ les points bc, ca, ab, ad, bd, cd, le quadrilatère comporte quatre triangles ABC, AB′C′, BC′A′, CA′B′ auxquels correspondent respectivement les transversales A′B′C′, A′BC, B′CA, C′AB (ou d, a, b, c).

Je diviserai mon exposition en six parties :

1° Centre et axe des moyennes distances du quadrilatère ;

2° Propriétés provenant des médianes des triangles ;

3° Propriétés provenant des symédianes. — Point de Lemoine ;

4° Parabole π tangente aux quatre droites ;

5° Cercle de Miquel (ou des 25 points) ;

6° Coniques remarquables diverses.

CENTRE ET AXE DES MOYENNES DISTANCES.

2. — Le triangle ABC étant de référenee, soit :

$$lx + my + nz = 0,$$

l'équation barycentrique de d, qui coupe a, b, c aux points

$$A'(0, -n, m), \qquad B'(n, 0, -l), \qquad C'(-m, l, 0).$$

En désignant par G_d, G_a, G_b, G_c les barycentres des quatre triangles, par M_d, M_a, ... ceux des triples de points collinéaires (A′, B′, C′ ; A′, B, C, ...), les coordonnées de ces points sont :

$$G_d(1, 1, 1), \qquad G_a[2l(m+n) - l^2 - 3mn, \quad l(n-l), \quad l(m-l)];$$

$$M_d[(m-n)(nl + lm - 2mn), \text{ etc.}], \qquad M_a(0, m-2n, 2m-n).$$

Les coordonnées de G_b, G_c et celles de M_b, M_c se déduisent de celles de G_a et M_a par permutation circulaire, observation qui s'applique à tous les points d'indice b ou c.

Les milieux m_a, m_b, m_c des diagonales AA′, BB′, CC′ sont : $m_a(m-n, -n, m)$, ...

3. — *Les droites* G_dM_d, G_aM_a ... *concourent en leur milieu* M, qui est le *centre des moyennes distances* des six points A, B, C, A′, B′, C′, celui des quatre points G_d, G_a, ..., celui des quatre points M_d, M_a, ... et celui des trois points m_a, m_b, m_c.

Les coordonnées de M sont :

$$(M)\quad x_m = (m-n)\big[2l(m+n) - l^2 - 3mn\big],\quad y_m = \ldots,\quad z_m = \ldots$$

La droite $m_a m_b m_c$, ou *axe des moyennes distances* δ, a pour équation

$$(\delta)\quad (nl + lm - mn)x + (lm + mn - nl)y + (mn + nl - lm)z = 0.$$

Cette droite passe par M, ce qui est évident géométriquement.

4. — *Les transversales réciproques de* d, a, ... *par rapport à* ABC, AB′C′, ... *sont parallèles à l'axe* δ. En effet, la transversale réciproque $\left(\sum \frac{x}{l} = 0\right)$ de *d* par rapport à ABC passe par le point à l'infini de δ[*l*(*m* — *n*), etc.], ce qui suffit à démontrer la propriété, car j'observerai une fois pour toutes que ce qui est vrai pour la figure (ABC, *d*), l'est pour les figures (AB′C′, *a*), ...

Si l'on prend les isotomiques M_{da}, M_{db}, M_{dc} *du point* M_d *par rapport aux segments* B′C′, C′A′, A′B′, *les droites* AM_{da}, BM_{db}, CM_{dc} *concourent en un point* N_d. *La droite* N_dG_d *est parallèle à* δ. Le point N_d a pour coordonnées $\left(\frac{m-n}{nl + lm - 2mn}, \text{etc.}\right)$ et la droite N_dG_d pour équation :

$$\sum (nl + lm - 2mn)x = 0.$$

5. — *Les quatre droites* a, b, c, d *touchent une conique ayant* M *pour centre*. On sait en effet (théorème de Newton) que le lieu des centres des coniques tangentes à *a*, *b*, *c*, *d* est δ. Cette droite passant par M (n° 3), la propriété est démontrée. L'équation tangentielle de la conique est

$$\sum \frac{l(m-n)(2l-m-n)}{u} = 0.$$

Elle touche un grand nombre d'autres droites remarquables. On voit, par exemple, que les tangentes menées de G_d sont :

$$\sum (2l - m - n)x = 0 \qquad \text{et} \qquad \sum l(m-n)x = 0,$$

la première étant parallèle à *d*, la seconde passant par le pôle trilinéaire

de d par rapport à ABC. La seconde tangente issue de ce dernier point est $\sum l(2l - m - n)x = 0$.

6. — *La parabole* π, *tangente aux quatre droites* a, b, c, d *a son axe parallèle à* δ. C'est la conséquence du théorème de Newton rappelé ci-dessus. L'équation tangentielle de π est $\sum \frac{l(m-n)}{u} = 0$. Je reviendrai plus loin (n° 15) sur cette parabole remarquable.

PROPRIÉTÉS PROVENANT DES MÉDIANES.

7. — *Les médianes de* A *dans* AB'C', B *dans* BC'A', C *dans* CA'B' *coupent les côtés* BC, CA, AB *en des points* D, E, F *qui sont sur une même droite* d_m *passant par* M_d *(n° 2) et tangente à l'ellipse de Steiner inscrite à* ABC.

En effet, la médiane de A dans AB'C' ayant pour équation $\left(\frac{y}{n-l} + \frac{z}{l-m} = 0\right)$, le point D est l'intersection de cette droite et de la droite

$$(d_m) \qquad \frac{x}{m-n} + \frac{y}{n-l} + \frac{z}{l-m} = 0.$$

La symétrie de cette équation démontre la propriété; d_m passe par M_d (n° 2) et touche l'ellipse $\left(\sum \frac{1}{u} = 0\right)$ au point remarquable $[(m-n)^2$, etc.]

Les équations des droites analogues relatives à AB'C', ... sont

$$(a_m) \qquad lx + (2m - n)y + (2n - m)z = 0, \ \ldots$$

8. — *Si l'on désigne par* A_m, B_m, C_m, A'_m, B'_m, C'_m *les six sommets du quadrilatère* $a_m b_m c_m d_m$, *les droites* AA'_m, BB'_m, CC'_m, $A'A_m$, $B'B_m$, $C'C_m$ *concourent au centre des moyennes distances* M. En effet, les coordonnées de A_m et A'_m sont :

$$A_m(l^2 - 2lm - 2ln + 3mn, \quad 2l^2 - lm - 2ln - n^2 + 2mn, \quad 2l^2 - 2lm - ln - m^2 + 2mn),$$

$$A'_m[(m-n)(lm + ln + m^2 + n^2 - 4mn), \quad y_m, z_m] \text{ (n° 3)},$$

ce qui rend la propriété évidente pour AA'_m et facile à vérifier pour $A'A_m$.

Le quadrilatère $a_m b_m c_m d_m$ *a même centre des moyennes distances* M *que le quadrilatère* abcd. Le calcul montre, en effet, que M est le milieu de la

droite qui joint le barycentre du triangle $A_mB_mC_m$ à celui des points A'_m, B'_m, C'_m (n° 3), et il en résulte (n° 5) que *les quatre droites* a_m, b_m, c_m, d_m *touchent une conique ayant* M *pour centre*.

9. — *Les trois médianes du n° 7 se coupent deux à deux en trois points* A″, B″, C″ *tels que les droites* AA″, BB″, CC″ *sont parallèles à* A′B′C′. *Les divisions* (AB″DC″), (BC″EA″), (CA″FB″) *sont harmoniques.*

On trouve en effet : $A''[-(m-n), n-l, l-m]$, ..., ce qui démontre que AA″, BB″, CC″ sont parallèles à d. La vérification des divisions harmoniques (AB″DC″), ... n'offre également aucune difficulté.

Le triangle A‴B‴C‴ *que l'on obtient en appliquant la construction du n° 7 au triangle* A″B″C″ *et à la transversale* DEF *est inscrit et homologique à* ABC; *les droites* A″A‴, B″B‴, C″C‴ *sont parallèles à* d_m. En effet, on trouve : $A'''\left(0, \frac{n-l}{2m-n-l}, \frac{l-m}{2n-l-m}\right)$, ... Le triangle A‴B‴C‴ est donc inscrit et homologique à ABC avec centre $\left(\frac{m-n}{2l-m-n}, \text{ etc.}\right)$. Le point à l'infini de $d_m[(m-n)(2l-m-n), \text{etc.}]$ est celui de A″A‴ :

$$(A''A''') \qquad 3x + \frac{2m-n-l}{n-l}y - \frac{2n-l-m}{l-m}z = 0.$$

PROPRIÉTÉS PROVENANT DES SYMÉDIANES.

10. — Pour l'étude des propriétés métriques du quadrilatère *abcd*, je poserai, en désignant, selon l'usage, par a, b, c les longueurs des côtés de ABC et par S son aire :

$$b^2 + c^2 - a^2 = \alpha, \qquad c^2 + a^2 - b^2 = \beta, \qquad a^2 + b^2 - c^2 = \gamma,$$

$$\Phi \quad \text{ou} \quad \Phi(l, m, n) = a^2l^2 + b^2m^2 + c^2n^2 - \alpha mn - \beta nl - \gamma lm.$$

Les identités suivantes sont importantes dans les calculs :

$$2\sum b^2c^2 - \sum a^4 = \sum a^2\alpha = 2a^2\alpha + \beta\gamma = \ldots$$

$$= 4b^2c^2 - \alpha^2 = \ldots = \frac{c^2\gamma^2 - b^2\beta^2}{b^2 - c^2} = \ldots = 16S^2.$$

11. — *Les symédianes de* A *dans* AB′C′, B *dans* BC′A′, C *dans* CA′B′ *coupent les côtés* BC, CA, AB *en trois points* D_1, E_1, F_1 *situés sur une même*

droite d_s, *qui passe par le point de Lemoine* K_d *de* ABC(*). En effet, la symédiane de A dans AB'C' ayant pour équation : $\frac{n-l}{b^2}y + \frac{l-m}{c^2}z = 0$, le point D_1 est sur la droite :

$$(d_s) \qquad \frac{m-n}{a^2}x + \frac{n-l}{b^2}y + \frac{l-m}{c^2}z = 0,$$

droite d'équation symétrique, qui passe par $K_d(a^2, b^2, c^2)$; elle passe encore par le point (a^2l, etc.), inverse du pôle trilinéaire de d par rapport à ABC.

Le point de Lemoine K_a de AB'C' et la droite a_s correspondant à ce triangle ont respectivement pour coordonnées ou équation :

$$(K_a) \quad \left[x_a = \Phi + b^2m^2 + c^2n^2 - b^2lm - c^2ln, \quad y_a = b^2l(l-m), \quad z_a = c^2l(l-n)\right],$$

$$(a_s) \quad \left\{ b^2c^2l(m-n)x + c^2\left[\Phi + b^2m(m-n)\right]h - b^2\left[\Phi - c^2n(m-n)\right]z = 0 \right\}$$

12. — *Les quatre droites* a_s, b_s, c_s, d_s *concourent en un point* K. *Ce point est celui du plan tel que la somme des carrés de ses distances aux quatre droites* a, b, c, d *soit minima*, ou, en d'autres termes, le *point de Lemoine du quadrilatère*. En effet, le point :

$$(K) \qquad x = a^2x_a, \qquad y = b^2y_b, \qquad z = c^2z_c,$$

où y_b et z_c se déduisent de x_a par permutation circulaire, appartient à a_s, b_s, c_s, d_s.

Le point de Lemoine du quadrilatère est celui pour lequel l'expression

$$(1) \qquad \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} + \frac{(lx + my + nz)^2}{\Phi}$$

est minima. Pour que ce point soit K, il faut et il suffit que K devienne K_d pour toute droite d passant par K_d, ou K_a pour toute droite d telle que K_a soit sur a, ...

Or, en ajoutant membre à membre les équations (K) respectivement multipliées par l, m, n, on obtient :

$$lx + my + nz = (a^2l + b^2m + c^2n)\Phi.$$

Si d passe par K_d, on a $\sum lx = 0$, et K se confond avec le point cor-

(*) V. Journal de Crelle, t. 62, p. 350.

respondant au minimum de $\sum \frac{x^2}{a^2}$, c'est-à-dire K_d. De même si K_a est sur a, on a $x_a = 0$, par suite $x = 0$, et le point K est celui du minimum de $\frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} + \frac{(\Sigma lx)^2}{\Phi}$, ou K_a.

L'expression générale du minimum de (1) correspondant à K est :

$$\frac{4S^2(\Phi + a^2l^2 + b^2m^2 + c^2n^2)}{\Phi(\Sigma a^2) + \Sigma b^2c^2(m - n)^2}.$$

13. — *Les trois symédianes du n° 11 se coupent deux à deux en trois points* A''_1, B''_1, C''_1 *tels que les droites* AA''_1, BB''_1, CC''_1 *sont les antiparallèles de* d *menées respectivement par* A, B, C *dans les triangles* AB'C', BC'A', CA'B'. *Ces droites concourent en un point* P'_d *du cercle* (ABC) (*). *Les trois divisions* $(AB''_1D_1C''_1)$, $(BC''_1E_1A''_1)$, $(CA''_1F_1B''_1)$ *sont harmoniques.* — *Le triangle* $A'''_1B'''_1C'''_1$ *que l'on obtient en appliquant la construction du n° 11 au triangle* $A''_1B''_1C''_1$ *et à la transversale* $D_1E_1F_1$ *est homologique à* ABC *et* $A''_1B''_1C''_1$. Ces propriétés se démontrent d'une manière analogue à celle du n° 9.

14. — *Le point de Lemoine d'un quadrilatère est le centre des moyennes distances des quatre sommets de son quadrangle podaire* (cas particulier d'une propriété plus générale due à Gauss).

J'ai démontré (*N. A.*, 1902,) que le mode de détermination du point de Lemoine d'un quadrilatère qui résulte des n^{os} 11 et 12 peut être étendu au point de Lemoine d'un n-latère.

PABABOLE INSCRITE π.

15. — La parabole tangente aux quatre droites a, b, c, d et dont l'équation tangentielle (n° 6) est $\sum \frac{l(m-n)}{u} = 0$, et par suite l'équation ponctuelle $\sum [l(m-n)x]^{\frac{1}{2}} = 0$ a pour foyer le point F commun aux cercles circonscrits aux triangles ABC, AB'C', ... (n° 1, a) et pour directrice la droite h, qui contient les orthocentres H_d, H_a, H_b, H_c (n° 1, b). Cela résulte immédiatement de ces propriétés élémentaires : le lieu des foyers des paraboles inscrites à un triangle est son cercle circonscrit ; la directrice d'une parabole inscrite à un triangle passe par l'orthocentre de ce triangle.

(*) Le point $P'_d\left(\frac{a^2}{m-n}, \text{etc.}\right)$ a d'autres propriétés (voir au n° 22).

Les coordonnées ou équations des éléments principaux de la parabole π sont :

Foyer F : $\dfrac{a^2}{l(m-n)}, \quad \dfrac{b^2}{m(n-l)}, \quad \dfrac{c^2}{n(l-m)}.$

Axe δ' : $\sum' (m-n)[c^2m^2(n-l)^2 - b^2n^2(l-m)^2]x = 0.$

Directrice h : $\sum \alpha l(m-n)x = 0.$

Sommet S : $\dfrac{\Phi'_{mn}}{l(m-n)}$, etc.

Tangente en S : $\sum \dfrac{l(m-n)}{\Phi'_{mn}}x = 0.$

$\Phi'_{mn}, \ldots$ étant les dérivées de $\Phi(mn, nl, lm)$.

16. — *La parabole π touche les six droites qui joignent respectivement les milieux de* BC *et* B′C′, CA *et* C′A′, AB *et* A′B′, BC′ *et* CB′, CA′ *et* AC′, AB′ *et* BA′.

En effet, les droites qui joignent les milieux de BC et B′C′, BC′ et CB′ ont pour équations :

$$(a_1) \qquad l(m-n)x + (nl + lm - 2mn)(y-z) = 0$$

$$(a_2) \qquad x + \frac{my}{2l-m} + \frac{nz}{2l-n} = 0.$$

et leurs coordonnées satisfont à l'équation de π.

Désignons par b_1 et b_2, c_1 et c_2 les droites que l'on déduit de a_1 et a_2 par permutation circulaire. *Les six droites* $(b_1c_1, b_2c_2), \ldots (b_1c_2, c_1b_2) \ldots$ *sont parallèles*. En effet, en formant leurs équations, on trouve pour coordonnées du point commun à l'infini :

$$l(m-n)(nl + lm - 3mn), \text{ etc.}$$

La tangente parallèle à cette direction a pour point de contact l'intersection de π et de l'axe des moyennes distances δ

$$[l(m-n)(nl + lm - 3mn)^2, \text{ etc.}] \ (*).$$

(*) Les propriétés du n° 16 ont d'importantes conséquences projectives (V. *Enseignement mathématique*, 1902, n° 1).

CERCLE DE MIQUEL

17. — Le cercle O (n° 1 *a*) qui passe par les points F, O_a, O_b, O_c, O_d a reçu le nom de *cercle de Miquel*. Son équation est :

$$\Big[\sum b^2c^2l(m-n)\Phi'_l\,x\Big]\Big[\sum x\Big]+16S^2k^3\Big[\sum a^2yz\Big]=0,$$

où $$k^3=(m-n)(n-l)(l-m).$$

Son centre est au point O ayant pour coordonnées :

$$x_0=a^2\big[2b^2c^2l(m-n)\Phi'_l-c^2\gamma m(n-l)\Phi'_m-b^2\beta n(l-m)\Phi'_n+16S^2k^3\alpha\big],$$
$$y_0=\ldots\ldots,\quad z_0=\ldots\ldots,\quad [x_0+y_0+z_0=(16S^2)^2k^3].$$

Le cercle de Miquel jouit de beaucoup d'autres propriétés.

18. — *Les médiatrices des segments* BC *et* B′C′, ..., BC′ *et* CB′, ... *se coupent respectivement en six points* A_1, B_1, C_1, A'_1, B'_1, C'_1 *situés sur le cercle* O. On trouve, en effet :

$$A_1\begin{cases} x_1=a^2\big[m(n-l)\,\Phi'_n+n(l-m)\Phi'_m\big]\\ y_1=(b^2-c^2)mn\Phi'_m+b^2nl\Phi'_l-lm\big[b^2\beta(l-m)-c^2\gamma(n-l)\big]\\ z_1=(b^2-c^2)mn\Phi'_n-c^2lm\Phi'_l+nl\big[b^2\beta(l-m)-c^2\gamma(n-l)\big]\end{cases}$$

$$A'_1\begin{cases} x_2=-\beta\gamma l^2+(a^2-b^2)\gamma lm+(a^2-c^2)\beta nl+a^2\alpha mn\\ y_2=b^2[2\beta l^2-2(a^2-b^2)lm-(2c^2+\beta)nl+\beta mn]\\ z_2=c^2[2\gamma l^2-2(a^2-c^2)nl-(2b^2+\gamma)lm+\gamma mn]\end{cases}$$

et ces coordonnées vérifient l'équation du cercle O.

Les cordes $A_1A'_1$, $B_1B'_1$, $C_1C'_1$ *sont parallèles à la droite* h (n° 15). — Car, en formant l'équation de $A_1A'_1$, on reconnaît que cette droite passe par le point à l'infini (Φ'_{mn}, etc.) de h.

19. — *Les droites* AF, BF, CF, A′F, B′F, C′F *rencontrent respectivement les parallèles menées à l'axe* δ *par* A_1, B_1, C_1, A'_1, B'_1, C'_1 en six points A_2, B_2, C_2, A'_2, B'_2, C'_2 *situés sur le cercle* O. — En effet, la droite AF $[c^2m(n-l)y-b^2n(l-m)z=0]$ coupe le cercle O au point

$$A_2\left[\frac{16S^2k^3}{\Phi'_l}-b^2nl+c^2lm+(b^2-c^2)mn,\quad b^2n(l-m),\quad c^2m(n-l)\right].$$

En formant l'équation de A_1A_2, on reconnaît que son point à l'infini est celui de δ.

Les points A_1 et A'_2, ... A'_1 et A_2, ... sont diamétralement opposés.

20. — *Les droites* (AO_a, BO_b, CO_c), $(AO_d, B'O_c, C'O_b)$, $(A'O_c, BO_d, C'O_a)$, $(A'O_b, B'O_a, CO_d)$ *concourent respectivement en quatre points* P_d, P_a, P_b, P_c *situés sur le cercle* O *et respectivement sur les cercles* O_d, O_a, ... — En effet, on voit d'abord que les droites de chaque triple sont concourantes, car celles du premier triple, par exemple, sont les conjuguées isogonales des perpendiculaires abaissées de A, B, C sur d, lesquelles concourent à l'infini ; donc P_d est sur le cercle O_d. Ses coordonnées sont :

$$\frac{a^2}{\Phi_l}, \qquad \frac{b^2}{\Phi'_m}, \qquad \frac{c^2}{\Phi'_n}$$

et elles vérifient l'équation du cercle O (et celle du cercle O_d).

21. — *Les perpendiculaires élevées en* A', B', C' *sur* BC, CA, AB *se coupent deux à deux en trois points* A_d, B_d, C_d, *diamétralement opposés à* A, B, C *dans* O_a, O_b, O_c. — Les triangles ABC et $A_dB_dC_d$ sont, par suite (n° 20), homologiques avec centre P_d. *Le pentagone* $A_dB_dC_dP_dF$ *est inscriptible et le centre* O'_d *de son cercle circonscrit est le point du cercle* O *diamétralement opposé à* O_d. — Le point A_d a pour coordonnées :

$$l(\beta\gamma l + \gamma\alpha m + \alpha\beta n) - 16S^2mn, \quad 2b^2l\Phi'_n, \quad 2c^2l\Phi'_m,$$

et le cercle $(A_dB_dC_d)$ a pour équation :

$$\left[\sum b^2c^2l(m - n\Phi'_l\, x\right]\left[\sum x\right] + 8S^2k^3\left[\sum a^2yz\right] = 0.$$

Ce cercle passe par P_d et F ; son centre est au point O'_d

$$x_d = x_0 - 8s^2a^2ak^3, \quad y_d = \ldots, \quad z_d = \ldots\ldots \quad \left[\sum x_d = \frac{1}{2}\sum x_0\right]$$

x_0, y_0, z_0 étant les coordonnées de O (n° 17). Celles de O_d étant a^2a, $b^2\beta$, $c^2\gamma$, on voit aisément que O est le milieu de $O_dO'_d$.

Soient O'_a, O'_b, O'_c les points analogues à O'_d et A_a, B'_a, C'_a les points analogues à A_d, B_d, C_d correspondant à O'_a. Les coordonnées de A_a sont $(-\beta\gamma, 2b^2\beta, 2c^2\gamma)$ et la droite A_dA_a, qui a pour équation

$$2b^2c^2l(m - n)x - c^2\gamma m(n - l)y - b^2\beta n(l - m)z = 0,$$

passe par F *et* A'_1 (n° 18). Cette droite A_dA_a correspond au sommet A du quadrilatère ; il y en a cinq analogues correspondant aux sommets B, C, A′, B′, C′.

Remarque. — Des numéros 17 à 21, il résulte que le cercle O de Miquel passe par 25 points remarquables et que le point F se trouve sur neuf cercles et douze droites remarquables.

CONIQUES REMARQUABLES DIVERSES (*)

22. — J'ai déjà signalé, indépendamment de la parabole π et du cercle de Miquel, deux coniques remarquables du plan du quadrilatère *abcd* (nos 5 et 8). On peut en considérer beaucoup d'autres.

Les points P_d, P_a,... (n° 20) sont les foyers des paraboles respectivement inscrites aux triangles ABC, AB′C′,... et dont les directrices sont les parallèles à d, a ..., menées respectivement par les orthocentres H_d, H_a ... Ainsi la parabole inscrite à ABC et dont le foyer est P_d a pour équation :

$$\frac{\Phi'_l}{u} + \frac{\Phi'_m}{v} + \frac{\Phi'_n}{w} = 0.$$

Son axe et sa directrice sont respectivement les droites :

$$\sum [b^2(l-m)^2 - c\,(l-n)^2]\Phi'_l\, x = 0 \quad \text{et} \quad \sum \alpha\Phi'_l x = 0.$$

23. — Si l'on considère les tangentes en A, B, C, aux cercles O_a, O_b, O_c, comme elles sont perpendiculaires aux rayons correspondants qui concourent au point P_d, elles concourent elles-mêmes en un point P'_d. Ce point, diamétralement opposé à P_d dans le cercle O_d, est le foyer de la parabole inscrite à ABC et dont la directrice est la perpendiculaire à d menée par H_d. L'équation de cette parabole est :

$$\frac{m-n}{u} + \frac{n-l}{v} + \frac{l-m}{w} = 0.$$

Elle touche la transversale réciproque de $d\left(\sum \frac{x}{l} = 0\right)$. Les coordonnées du foyer P'_d et de la directrice d' sont respectivement

$$P'_d\left(\frac{a^2}{m-n}, \text{etc.}\right); \quad d'\left(\sum \alpha(m-n)x = 0\right).$$

Il existe évidemment trois paraboles analogues de foyers P'_a, P'_b, P'_c.

(*) Je dois à MM. Lemoine et Neuberg plusieurs des indications de ce paragraphe.

24. — Aux deux *quadruples* des nos 22 et 23, on peut ajouter quatre *triples* de paraboles intéressantes en remarquant que les points A_d, B_d, C_d du n° 21 sont respectivement sur les cercles O_a, O_b, O_c. Ils sont donc les foyers de trois paraboles respectivement inscrites à AB'C', BC'A', CA'B'. Ces trois paraboles ont pour tangente commune au sommet la droite d; leur axe est donc parallèle à celui de la parabole de foyer P_d et leurs directrices sont les parallèles à d menées respectivement par H_a, H_b, H_c.

25. — Si l'on adjoint aux quatre droites a, b, c, d, une cinquième droite e, les cinq droites déterminent une conique et une seule. Le centre de cette conique $(abcde)$ est, par définition, sur l'axe des moyennes distances de $abcd$, sur celui de $bcde$... Donc, *les axes des moyennes distances des cinq quadrilatères déterminés par cinq droites concourent en un même point.*

On obtiendra des coniques remarquables du plan du quadrilatère $abcd$ en prenant pour droite e une droite remarquable de ce quadrilatère. Il y a lieu d'examiner notamment les coniques $(abcd\delta)$ et $(abcdh)$.

26. — La conique $(abcd\delta)$, ayant son centre sur la tangente δ, est une hyperbole admettant δ pour asymptote. Son équation est :

$$\sum \frac{l(m-n)(nl+lm-mn)^2}{u} = 0.$$

Le centre de cette conique est au point M'

$$x' = l(m-n)[2(n^2l^2+l^2m^2-m^2n^2)-(nl+lm-mn)^2], \text{ etc.},$$

qui est le centre des moyennes distances des points d'intersection de δ avec les quatre droites a, b, c, d.

La seconde asymptote de l'hyperbole est la droite :

$$\sum \frac{l(m-n)(nl+lm-mn)x}{x'} = 0.$$

La droite $\sum(nl+lm-mn)^2x = 0$ est la tangente parallèle à d. — Les asymptotes de l'hyperbole étant connues, on peut calculer ses axes.

27. — La conique $(abcdh)$ a pour équation :

$$\sum \frac{\alpha l(m-n)\Phi'_l}{u} = 0.$$

Son centre est le point : $\beta m(n-l)\Phi'_m - \gamma n(l-m)\Phi'_n$, etc.

Cette conique touche la droite $\sum \alpha \Phi'_l x = 0$, qui est la directrice de la parabole inscrite à ABC et dont le foyer est P_d. Ainsi la conique (*abcdh*) touche les quatre directrices des paraboles du n° 22.

28. — Il y aurait lieu d'étudier les cubiques, quartiques... remarquables du plan de *abcd*. Mais cette étude sortirait du cadre que je me suis tracé, et je me bornerai à mentionner une cubique circulaire récemment signalée par M. J. DE VRIÈS. (Voir *le Matematiche*, t. I, 1901, pp. 38 et 166). Cette cubique qui passe (et est déterminée) par les six sommets du quadrilatère, par le point F (n° 1, *a*) et par les ombilics du plan, est le lieu des points tels que leurs projections orthogonales sur les quatre droites soient sur un même cercle, ou, en d'autres termes, le lieu des foyers des coniques inscrites au quadrilatère.

J'observerai en terminant que, de cette étude sur le quadrilatère, on peut déduire aisément un grand nombre de résultats applicables à la géométrie du triangle. Par exemple, si l'on suppose que *d* soit la droite de Lemoine de ABC $\left(\sum \frac{x}{a^2} = 0\right)$, l'axe δ est la droite $\sum (b^2 + c^2 - a^2)x = 0$, parallèle à la droite de Longchamps et axe radical commun du cercle circonscrit et de plusieurs cercles remarquables. La droite *h* des orthocentres devient la droite d'Euler de ABC, et π est la parabole de Kiepert de ce triangle. Son foyer F est le point très important $\left(\frac{a^2}{b^2 - c^2}, \text{etc.}\right)$ auquel M. Lemoine a consacré deux études récentes (M., 1901, p. 131, et N. A, 1901, p. 385) ; le point P_d devient le point N de Tarry, le point P'_d le point R de Steiner, etc. Ces éléments connus du triangle acquièrent, par rapport à la droite de Lemoine, toutes les propriétés démontrées ci-dessus : ainsi, aux propriétés du point $\left(\frac{a^2}{b^2 - c^2}, \text{etc.},\right)$, on peut ajouter que ce point est situé (n° 21) sur neuf cercles et douze droites remarquables par rapport au triangle ABC et à sa droite de Lemoine ; le point R de Steiner $\left(\frac{1}{b^2 - c^2}, \text{etc.}\right)$ jouit de la même propriété par rapport au triangle ABC et à sa droite de Longchamps, etc.

M. A. CADENAT

Professeur de mathématiques au Collège de Saint-Claude.

UN NOUVEAU SYSTÈME DE NUMÉRATION : LE SYSTÈME LITTÉRAL [I 1]

— Séance du 10 septembre —

A. — *Qualités que doit posséder une bonne base de numération.* — Un nombre servant de base de numération ne doit être ni trop petit, ni trop grand; avec une petite base, les nombres prennent beaucoup de chiffres : ainsi dans le système binaire, 15 s'écrit 1111; avec une grande base, les nombres prennent peu de chiffres, mais il faut apprendre par cœur une grande quantité de caractères nouveaux et les tables d'addition et de multiplication deviennent très étendues. Une base ne doit pas être un nombre premier, car les caractères de divisibilité se compliquent et toutes les fractions irréductibles se traduisent par des fractions périodiques; d'ailleurs, pour les besoins de la pratique, ce système serait d'une difficulté et d'une incommodité très grandes. Au contraire, avec une base très riche en diviseurs, les avantages théoriques et pratiques deviennent fort nombreux.

Le système métrique présente le défaut d'être basé sur la numération décimale et, pour servir de base à un système de numération, le nombre *dix*, qui s'est, d'ailleurs, tout naturellement présenté à cause de la conformité de la main, ne possède pas à un haut degré les qualités essentielles que doit offrir une bonne base. Ce nombre n'a que deux diviseurs 2 et 5; les parties aliquotes de ses puissances sont peu nombreuses et elles sont ainsi ou trop petites ou trop grandes.

Le nombre *douze* est déjà supérieur à *dix*, mais il exige l'emploi de deux caractères nouveaux; le nombre *vingt-quatre* est encore bien supérieur, mais il exige l'emploi de quatorze caractères nouveaux pour désigner les nombres compris entre 10 et 23; on va voir comment je tourne cette difficulté. Les nombres *soixante* et *trois cent soixante* seraient, pour ainsi dire, parfaits, mais l'emploi d'un trop grand nombre de caractères et les dimensions invraisemblables des tables d'addition et de multiplication ne permettent pas leur emploi.

B. — *Exposition du système littéral.* — Le but de cet article est de démontrer que les difficultés d'un changement de base ne sont pas bien grandes, que ce changement pourra se faire quand on voudra et qu'on arrivera à calculer et à penser aussi bien et aussi rapidement dans un système nouveau que dans le système décimal. En conséquence, je propose d'adopter une numération nouvelle à base *vingt-quatre*, nombre qui avait été déjà recommandé, en passant, par Buffon dans son *Arithmétique morale* (*), et pour ne pas créer de caractères nouveaux, d'employer les lettres de l'alphabet pour désigner les chiffres. Ce système, dont le nom devrait être *système biduodécimal littéral*, mais que je désignerai simplement sous le nom de *système littéral* (*littera*, lettre), offre sur le décimal des avantages sensibles. Depuis un mois environ que je calcule au moyen de lettres, je suis étonné de la rapidité avec laquelle je fais les six opérations principales de l'arithmétique. Bien plus, des élèves de la classe de 3e moderne, ayant de 13 à 14 ans, munis des tables d'addition et de multiplication littérales, ont fait sans erreur d'assez longs calculs.

Les caractères littéraux ou chiffres auraient ainsi une double signification : phonétique et numérique. Par exemple *i* représenterait le son qui se trouve au commencement du mot *image*, mais désignerait aussi le nombre 9. Si nous avons quelque peine à voir dans la lettre *l* le nombre 12, il n'en serait pas de même pour un enfant qui n'aurait pas eu connaissance du double système actuel de lettres et de chiffres ; dans son esprit, les lettres seraient des symboles qui auraient la double fonction de contribuer à représenter des idées et des grandeurs. Dans les pays du nord de l'Europe, les notes de la gamme portent le nom des sept premières lettres de l'alphabet; c'est une affaire d'habitude.

La lettre *o* est tout naturellement désignée pour représenter le zéro arithmétique; elle figurera hors rang, à la tête de l'alphabet; la lettre *a* conservera le premier rang et désignera l'unité. Il ne sera pas question de la lettre *y* qui est appelée à disparaître de l'usage. Il est possible que la lettre *q*, qui a à peu près le même emploi que le *c* et le *k*, disparaisse à son tour ; on pourra, dans ce cas, la représenter par *w*. Voici la liste des lettres avec leur numéro d'ordre, lettres et numéros d'ordre devant, d'ailleurs, s'identifier dans l'application du système :

Lettres :	o	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	p	q	r	s	t	u	v	x	z.
Numéros d'ordre :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23.

C. — *Manière d'écrire un nombre dans le système littéral.* — Il nous suffit de rappeler la convention fondamentale suivante : Tout caractère

(*) Œuvres complètes de Buffon, revues et annotées par Flourens, tome 12e, pages 191. Garnier frères, Paris, 1855.

placé à la gauche d'un autre représente des unités de l'ordre immédiatement supérieur. Ainsi la réunion de *t* ou 19 unités du 7e ordre littéral, *u* ou 20 unités du 6e ordre, *x* ou 22 unités du 5e, *n* ou 14 unités du 3e, *z* ou 23 unités du 2e, *d* ou 4 unités du 1er, *b* ou 2 sous-unités du 1er ordre, *p* ou 15 sous-unités du 2e ordre, s'écrira *tuxonzd,bp*. Pour traduire ce nombre dans le système décimal on effectuera la série des calculs suivants :

$$19\times24^6+20\times24^5+22\times24^4+14\times24^2+23\times24+4+\frac{2}{24}+\frac{15}{24^2}$$

ce qui donne 3.797.516.716,10.

La partie entière est représentée par *sept* chiffres dans le premier mode et par *dix* dans le second.

Dans le système décimal, les puissances de 10 s'écrivent :

10, 100, 1.000.... ; 0,1, 0,01, 0,001.

Dans le système littéral, les diverses puissances de la base ou unités des différents ordres s'écriront :

$$24^1=24=ao,\quad 24^2=576=aoo.\quad 24^3=13.824=aooo,$$

$$\frac{1}{24^1}=\frac{1}{24}=o,a,\ \frac{1}{24^2}=\frac{1}{576}=o,oa,\ \frac{1}{24^3}=\frac{1}{13824}=o,ooa.$$

et ainsi de suite.

Pour passer d'un nombre écrit dans le système décimal au même nombre écrit dans le système littéral, on le divisera par 24, le quotient obtenu par 24, le deuxième quotient par 24 et ainsi de suite, en ayant soin de mettre de côté, à mesure, les restes successifs. On multipliera ensuite par 24 la partie décimale et on mettra de côté le nombre des unités ; la nouvelle partie décimale sera multipliée par 24 et on mettra de côté le nouveau nombre d'unités et ainsi de suite. On placera ensuite ces nombres dans l'ordre où ils ont été obtenus et on les remplacera par les lettres qui leur correspondent. Soit, par exemple, le nombre 363.597,385. Les restes successifs obtenus en divisant jusqu'à épuisement la partie entière par 24, les nombres entiers obtenus en multipliant la partie décimale par 24 donnent une série de nombres que nous plaçons ainsi :

1, 2, 7, 5, 21, 9, 5, 18.

En remplaçant ces nombres par les lettres qui leur correspondent, ce qui se fait facilement au moyen du tableau de concordance établi plus haut, on obtient enfin *abgev,ies*.

D. — *Opérations arithmétiques*. — Nous avons sous les yeux les tables d'addition et de multiplication littérales qui se construisent comme celles du système décimal. Ces tables permettent de faire toutes les opérations littérales de l'arithmétique : additions, soustractions, multiplications, divisions, extractions des racines carrée et cubique, décomposition des nombres en leurs facteurs premiers, recherche du plus grand commun diviseur et du plus petit commun multiple, transformation des fractions ordinaires en fractions *régulières* (nous appelons ainsi celles qui ont pour dénominateur des puissances de la base de numération, analogues aux fractions décimales et qui s'écrivent en séparant leurs parties entière et fractionnaire par une virgule), retour des fractions régulières périodiques aux fractions ordinaires, etc. Nous avons aussi exposé une théorie générale de la divisibilité avec son application au système littéral. Mais tous ces intéressants développements allongeraient par trop la longueur de cette note.

E. — *Inconvénients du système métrique décimal et du système C. G. S.* — La révolution apportée par la substitution du système décimal des poids et mesures au système compliqué que nous avait légué le Moyen âge, fut bienfaisante mais elle resta incomplète; à cause du peu de souplesse du nombre dix, qui n'est pas divisible par 4, elle ne s'appliqua pas à la mesure du temps et des angles. Nous pouvons ajouter encore que l'agencement des différentes unités n'est pas toujours logique; ainsi, le *litre* étant un *décimètre cube*, l'*hectolitre* qui vaut cent litres ou dixième de mètre cube, ne correspond pas à l'hectomètre et son poids en eau est bien éloigné de l'hectogramme. Le franc est la valeur de cinq *grammes* en argent et cinq grammes représentent le poids de cinq *centimètres cubes;* ainsi l'unité principale de monnaie ne correspond ni avec l'unité principale de longueur ni avec l'unité principale de poids. Le *kilogrammètre* représente cette anomalie d'être la puissance engendrée par un *kilogramme* tombant de un *mètre*. La définition du cheval-vapeur est plus étrange encore.

Le système C.G.S. présente aussi quelques inconvénients qui ont été déjà signalés. Qu'il nous suffise de rappeler que l'unité pratique de résistance électrique ou *ohm* vaut 10^9 unités C.G.S. l'unité pratique de force électromotrice ou *volt* vaut 10^8 unités et l'unité de puissance ou *watt* égale 10^7.

F. — *Avantages pratiques du système littéral.* — Le système littéral, tout en ne prétendant pas à la perfection, peut effacer un grand nombre d'anomalies, quand on l'applique au système complet des mesures physiques.

Dans le système métrique, les unités sont très rapprochées ; aussi, dans la pratique, on ne se sert que de celles qui vont de mille en mille (kilo-

mètre, mètre, millimètre) ; dans le système littéral, les unités étant très espacées (de 24 en 24) toutes pourraient servir. De plus, chaque unité effective ou réelle du système métrique décimal n'a, en fait de subdivisions, que son double et sa moitié (on ne peut guère se servir du quintuple et de la cinquième partie). Dans le système littéral chaque longueur, ou poids, ou monnaie, posséderait son double, son triple, son quadruple, ses multiples par 6, 8 et 12, ces multiples se confondant d'ailleurs avec le douzième, le huitième, le sixième, le quart, le tiers et la moitié de l'unité immédiatement supérieure.

G. — *Étalon universel.* — Supposons un cube composé d'une substance homogène bien connue et possédant un mouvement de translation uniforme suivant une de ses arêtes. Le temps que mettra ce cube pour franchir son arête sera l'*unité de temps;* la longueur de l'arête sera l'*unité de longueur;* la surface d'un des carrés formant une des faces sera l'*unité de surface* ; le volume de ce cube l'*unité de volume ;* son poids sera l'*unité de poids ;* la valeur ou prix de ce cube (si sa substance avait un prix déterminable) sera l'*unité de monnaie;* la puissance mécanique engendrée par l'unité de force qui déplacerait ce cube d'une longueur égale à son arête sera l'*unité de travail;* si ce déplacement s'opérait pendant l'unité de temps, on aurait l'*unité de débit de puissance mécanique;* la résistance électrique de ce cube sera l'*unité de résistance électrique*, etc. Ce cube pourrait encore servir pour les constantes thermométriques, calorimétriques, électriques, etc. Nous donnerons à ce cube idéal le nom d'*étalon universel.*

Considérons maintenant deux séries indéfinies de cubes, l'une s'élevant du cube étalon jusqu'à l'infini et l'autre descendant du cube étalon et tendant vers 0, le rapport des arêtes de deux cubes consécutifs étant constant et égal à 24 ou *ao* pour la série ascendante et à $\frac{1}{24}$ ou *o,a* pour la série descendante. Toutes les grandeurs que nous avons vues : temps et angles, longueurs, surfaces, volumes, poids, forces et masses, puissances mécaniques, résistances électriques, etc., pourraient être désignées par la grandeur correspondante appartenant à un des cubes de cette série indéfinie. Pour nommer une grandeur quelconque, il suffirait de désigner un cube (ou une somme de cubes) qui représenterait cette grandeur. C'est ce que l'on fait, par exemple, quand on dit *trois mètres cubes*, *seize centimètres cubes*, où on évoque aussitôt un cube de un mètre et un cube de un centimètre d'arête. Mais la différence, toute en faveur du système littéral, serait que ces appellations, au lieu d'être confinées à trois grandeurs seulement (longueurs, surfaces, volumes), seraient étendues à toutes les grandeurs physiques sans exception.

Pour que cette série de cubes soit complètement déterminée, il faut

identifier un de ces cubes avec un corps astronomique bien connu, par exemple, la Terre. Nous supposerons donc qu'un de ces cubes, le cube étalon, franchit une longueur égale à sa propre arête, d'un mouvement uniforme en un *jour moyen*, tel qu'on le définit en astronomie et que l'arête de ce cube est égale à la *circonférence de la Terre*. Il ne resterait enfin qu'à poser que la masse de ce cube soit égale à la masse de la Terre; mais la matière composant notre planète étant trop hétérogène, ne pourrait pas fournir de constantes physiques en dehors de la masse; nous poserons donc que la masse de notre cube étalon est égale à celle de l'eau.

H. — *Observation finale.* — Nous n'avons pas pu parler, dans un si court article, de la numération parlée et des noms particuliers qu'il faudrait donner aux diverses unités fondamentales et dérivées du système métrique littéral; en créant de toutes pièces une nouvelle terminologie, on peut faire disparaître un grand nombre d'anomalies actuelles. Cette question demande donc à être reprise avec de plus grands développements.

M. le Commandant E.-N. BARISIEN

En mission à Constantinople.

SUR UNE GÉNÉRATION DU LIMAÇON DE PASCAL [M' 6 h]

— Séance du 10 septembre —

Cette génération est basée sur la propriété suivante qui est déjà connue (*), mais dont nous allons donner une démonstration analytique très simple et dont nous tirerons certaines conséquences inédites.

Il s'agit de démontrer que :

Étant données deux circonférences de centres C *et* C', *le lieu du point de rencontre des tangentes menées à chacune de ces circonférences perpendiculairement entre elles se compose de deux limaçons de Pascal symétriques par rapport à la ligne* CC',

La simplicité de notre démonstration réside dans le choix des axes de coordonnées. Nous prenons des axes rectangulaires, l'origine au milieu O

(*) N. A. M., 1872, question 997, p. 508. H. BROCARD.

de CC′, OC étant la direction des x positifs. Désignons par R, R′ les rayons des cercles C et C′, et posons $OC = OC' = a$.

Les équations des cercles C et C′ sont :

$$(1) \qquad (x - a)^2 + y^2 = R^2,$$

$$(2) \qquad (x + a)^2 + y^2 = R'^2.$$

L'équation d'une tangente au cercle C s'écrit :

$$(3) \qquad (x - a)\cos\varphi + y \sin\varphi = R.$$

Les équations des deux tangentes au cercle C′, qui sont perpendiculaires à la droite (3), sont :

$$(4) \qquad (x + a)\sin\varphi - y\cos\varphi = R',$$

$$(5) \qquad (x + a)\sin\varphi - y\cos\varphi = -R'.$$

On aura donc le lieu cherché en éliminant φ, d'abord entre (3) et (4),

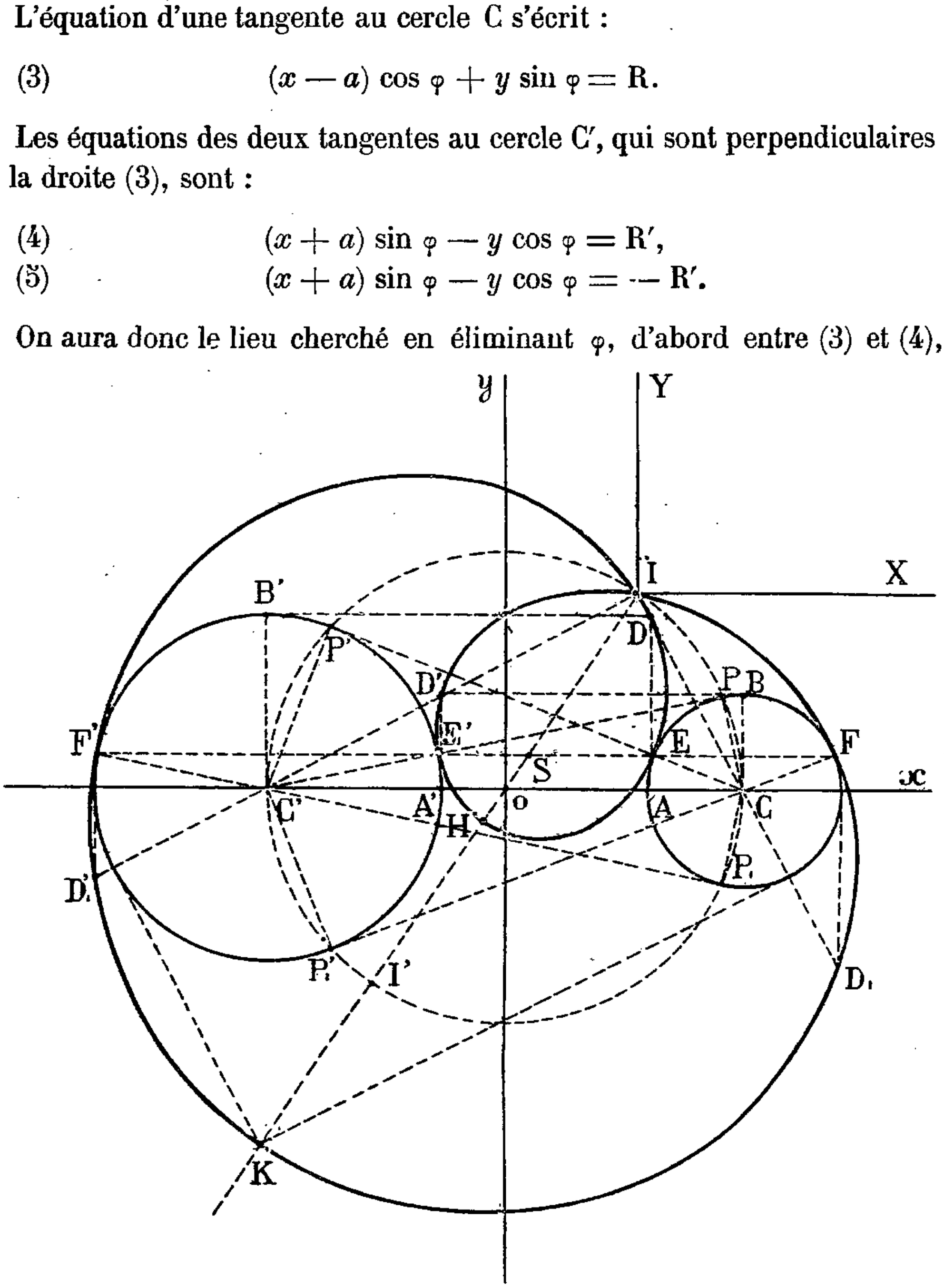


FIG. 1. — Limaçon.

puis entre (3) et (5). Mais comme (5) ne diffère de (4) que par le changement de R′ en — R′, il suffit de faire la première de ces deux éliminations.

Le résultat s'écrit immédiatement :

$$(6)\quad [(x-a)\mathrm{R}'+\mathrm{R}y]^2+[(x+a)\mathrm{R}-\mathrm{R}'y]^2=(x^2+y^2-a^2)^2.$$

Cette courbe est bien une quartique, mais on ne voit pas tout d'abord qu'elle représente un *limaçon de Pascal*.

Écrivons les trois équations :

$$(7)\quad (x-a)\mathrm{R}'+\mathrm{R}y=0,$$
$$(8)\quad (x+a)\mathrm{R}-\mathrm{R}'y=0,$$
$$(9)\quad x^2+y^2-a^2=0.$$

Les deux premières représentent deux droites rectangulaires, passant l'une par C, l'autre par C′ et qui se coupent sur le cercle (9), de diamètre CC′. Les coordonnées de ce point I situé sur la courbe (6), sont :

$$(10)\quad x=\frac{a(\mathrm{R}'^2-\mathrm{R}^2)}{\mathrm{R}'^2+\mathrm{R}^2},\qquad y=\frac{2a\mathrm{R}\mathrm{R}'}{\mathrm{R}'^2+\mathrm{R}^2}.$$

Si on cherche l'intersection de la droite (7) avec la quartique (6), on trouve que la droite (7) rencontre deux fois la quartique en I et passe en outre par les points de coordonnées :

$$(11)\quad x=a+\mathrm{R},\qquad y=-\mathrm{R}',$$
$$(12)\quad x=a-\mathrm{R},\qquad y=\mathrm{R}'.$$

De même, la droite (8) rencontre deux fois la quartique en I et passe par les points de coordonnées :

$$(13)\quad x=-(a-\mathrm{R}'),\qquad y=\mathrm{R},$$
$$(14)\quad x=-(a+\mathrm{R}'),\qquad y=-\mathrm{R}.$$

Il en résulte que le point I est un *point double*.

Transportons les axes de coordonnées parallèlement à eux-mêmes en I. Les formules de transformation sont :

$$(15)\quad x=\mathrm{X}+\frac{a(\mathrm{R}'^2-\mathrm{R}^2)}{\mathrm{R}'^2+\mathrm{R}^2},\qquad y=\mathrm{Y}+\frac{2a\mathrm{R}\mathrm{R}'}{\mathrm{R}'^2+\mathrm{R}^2}.$$

L'équation (6) devient, en y transportant ces valeurs,

$$(\mathrm{R}'\mathrm{X}+\mathrm{R}\mathrm{Y})^2+(\mathrm{R}\mathrm{X}-\mathrm{R}'\mathrm{Y})^2=\left[\mathrm{X}^2+\mathrm{Y}^2+\frac{2a(\mathrm{R}'^2-\mathrm{R}^2)\mathrm{X}}{\mathrm{R}'^2+\mathrm{R}^2}+\frac{4a\mathrm{R}\mathrm{R}'\mathrm{Y}}{\mathrm{R}'^2+\mathrm{R}^2}\right]^2,$$

ou

$$(16)\quad (\mathrm{R}^2+\mathrm{R}'^2)(\mathrm{X}^2+\mathrm{Y}^2)=\left[\mathrm{X}^2+\mathrm{Y}^2+\frac{2a(\mathrm{R}'^2-\mathrm{R}^2)\mathrm{X}}{\mathrm{R}'^2+\mathrm{R}^2}+\frac{4a\mathrm{R}\mathrm{R}'\mathrm{Y}}{\mathrm{R}'^2+\mathrm{R}^2}\right]^2.$$

Cette équation, transformée en coordonnées polaires, devient :

$$(17)\quad r = -\frac{2a(R'^2 - R^2)}{R'^2 + R^2}\cos\theta - \frac{4aRR'}{R'^2 + R^2}\sin\theta \pm \sqrt{R'^2 + R^2}.$$

On voit alors que cette équation représente un limaçon de Pascal ayant pour *cercle directeur* le cercle de diamètre CC′ et pour *module* $\sqrt{R'^2 + R^2}$. Ce limaçon est donc une *conchoïde* du cercle (9), avec le point I pour *pôle*. Le lieu se compose en outre du limaçon obtenu en changeant dans (6) R′ en — R′, ou ce qui revient au même, y en $-y$, ce qui donne un limaçon symétrique du premier par rapport à CC′.

On se rend compte que les points (11), (12), (13) et (14) sont les points D_1, D, D′, D'_1, obtenus par les intersections de tangentes aux cercles C et C′ parallèles et perpendiculaires à leur ligne des centres.

Les droites D_1CD et $D'_1C'D'$ se rencontrent en I. On a ainsi une construction géométrique du point double I.

On voit aussi que le *limaçon* (17) *est bitangent à chacun des cercles* C *et* C′. Les points de contact E et F du cercle C avec le limaçon sont sur les tangentes issues du point C et menées au cercle C′. De même, les points de contact E′ et F′ du cercle C′ avec le limaçon sont sur les tangentes issues du point C′ et menées au cercle C.

On trouve ainsi pour les coordonnées de ces points de contact :

$$(E)\qquad x = a - \frac{R}{2a}\sqrt{4a^2 - R'^2}, \qquad y = \frac{RR'}{2a};$$

$$(F)\qquad x = a + \frac{R}{2a}\sqrt{4a^2 - R'^2}, \qquad y = \frac{RR'}{2a};$$

$$(E')\qquad x = -a + \frac{R'}{2a}\sqrt{4a^2 - R^2}, \qquad y = \frac{RR'}{2a};$$

$$(F')\qquad x = -a - \frac{R'}{2a}\sqrt{4a^2 - R^2}, \qquad y = \frac{RR'}{2a}.$$

Par conséquent, les *quatre points de contact du limaçon avec les cercles* C *et* C′ *sont situés sur une ligne droite parallèle à* CC′

$$y = \frac{RR'}{2a}.$$

On a aussi les relations :

$$\overline{OE}^2 + \overline{OF}^2 = 2(a^2 + R^2),$$

$$\overline{OE'}^2 + \overline{OF'}^2 = 2(a^2 + R'^2),$$

$$\overline{OE'}^2 + \overline{OF'}^2 - \overline{OE}^2 - \overline{OF}^2 = 2(R'^2 - R^2).$$

Les coordonnées du point S, intersection de l'axe de symétrie du limaçon avec la droite des quatre points de contact, sont :

$$x = \frac{R'^2 - R^2}{4a}, \qquad y = \frac{RR'}{2a},$$

et on a : $$OS = \frac{R'^2 + R^2}{4a}.$$

Voici les coordonnées d'autres points remarquables du limaçon. Cherchons les points de la courbe *qui sont situés sur les tangentes communes aux deux cercles*.

En général, on a, en résolvant les équations (3) et (4), les coordonnées d'un point du limaçon, correspondant à l'angle φ.

$$x = R\cos\varphi + R'\sin\varphi + a\cos 2\varphi,$$
$$y = R\sin\varphi - R'\cos\varphi + a\sin 2\varphi.$$

L'équation de l'une des tangentes communes extérieures aux cercles C et C′ est :

$$(x - a)(R' - R) + y\sqrt{4a^2 - (R' - R)^2} = 2aR.$$

Cette tangente rencontre le limaçon en quatre points. Deux de ces points seuls sont tels que *l'une des tangentes rectangulaires qui passent par ce point est la tangente commune*. Ils correspondent aux valeurs de φ, soit :

$$(Q_1) \qquad \cos\varphi = \frac{R' - R}{2a}, \qquad \sin\varphi = \frac{\sqrt{4a^2 - (R' - R)^2}}{2a},$$

soit :

$$(Q_2) \qquad \cos\varphi = -\frac{\sqrt{4a^2 - (R' - R)^2}}{2a}, \qquad \sin\varphi = \frac{R' - R}{2a}.$$

On obtient de même les coordonnées des deux points analogues aux précédents, situés sur la seconde tangente commune extérieure, soit pour :

$$(Q_3) \qquad \cos\varphi = \frac{R' - R}{2a}, \qquad \sin\varphi = -\frac{\sqrt{4a^2 - (R' - R)^2}}{2a},$$

soit pour :

$$(Q_4) \qquad \cos\varphi = \frac{\sqrt{4a^2 - (R' - R)^2}}{2a}, \qquad \sin\varphi = \frac{R' - R}{2a}.$$

De même, les deux points situés sur une des tangentes communes intérieures correspondent, soit à :

$$(Q_5)\quad \cos\varphi = -\frac{(R' + R)}{2a}, \qquad \sin\varphi = \frac{\sqrt{4a^2 - (R' + R)^2}}{2a},$$

soit à :

$$(Q_6)\quad \cos\varphi = -\frac{\sqrt{4a^2 - (R' + R)^2}}{2a}, \qquad \sin\varphi = -\frac{(R' + R)}{2a}.$$

Les deux points situés sur l'autre tangente commune intérieure correspondent, soit à :

$$(Q_7)\quad \cos\varphi = -\frac{(R' + R)}{2a}, \qquad \sin\varphi = -\frac{\sqrt{4a^2 - (R' + R)^2}}{2a},$$

$$(Q_8)\quad \cos\varphi = \frac{\sqrt{4a^2 - (R' + R)^2}}{2a}, \qquad \sin\varphi = -\frac{(R' + R)}{2a}.$$

En résumé, les huit points remarquables précédents sont placés, quatre d'entre eux, à l'intersection du limaçon avec le cercle :

$$(x - a)^2 + y^2 = 2R^2,$$

qui est le *cercle orthoptique* du cercle C ; les quatre autres sont situés à l'intersection du limaçon avec le cercle :

$$(x + a)^2 + y^2 = 2R'^2,$$

qui est le cercle orthoptique du cercle C'.

Il est encore intéressant de considérer les coordonnées des points tels que *l'une des tangentes rectangulaires aux deux cercles passe par le point* O.

Sur l'une des tangentes issue de O au cercle C, il existe un point satisfaisant à la condition précédente, et tel que :

$$(T_1)\qquad \cos\varphi = -\frac{R}{a}, \qquad \sin\varphi = \frac{\sqrt{a^2 - R^2}}{a}.$$

Sur la seconde tangente menée de O au cercle C, on a le point tel que :

$$(T_2)\qquad \cos\varphi = -\frac{R}{a}, \qquad \sin\varphi = -\frac{\sqrt{a^2 - R^2}}{a}.$$

Sur les tangentes issues de O au cercle C′, on a de même le point tel que :

$$(T_3) \qquad \cos\varphi = \frac{R'}{a}, \qquad \sin\varphi = \frac{\sqrt{a^2 - R'^2}}{a},$$

et le point tel que :

$$(T_4) \qquad \cos\varphi = \frac{R'}{a}, \qquad \sin\varphi = -\frac{\sqrt{a^2 - R'^2}}{a}.$$

D'ailleurs, ces quatre points sont situés à l'intersection du limaçon avec les deux droites :

$$\frac{y}{x} = \pm\frac{R}{\sqrt{a^2 - R^2}}.$$

et des deux droites :

$$\frac{y}{x} = \pm\frac{R'}{\sqrt{a^2 - R'^2}}.$$

Ces quatre droites rencontrent le limaçon en seize points, dont quatre d'entre eux sont les points précédents.

Aire du limaçon. — L'aire de l'un des deux limaçons du lieu est :

$$(18) \qquad U = \pi(2a^2 + R^2 + R'^2).$$

Cas particuliers. — 1° Si $R = R'$, l'axe de symétrie du limaçon se confond avec Oy. Alors :

$$U = 2\pi(a^2 + R^2).$$

Dans ce cas, le module étant $R\sqrt{2}$, on voit que si $R\sqrt{2} > 2a$, ou $R > a\sqrt{2}$, le point double est isolé. C'est ce qui arrive d'ailleurs dans le cas général, lorsque :

$$\sqrt{R^2 + R'^2} > 2a, \qquad \text{ou} \qquad R^2 + R'^2 > 4a^2.$$

2° Si $R^2 + R'^2 = 4a^2$, le limaçon devient une cardioïde, et $U = 6\pi a^2$.

Dans ce cas, les deux cercles C et C′ sont orthogonaux, et le point I, point de rebroussement du limaçon est un des points d'intersection des cercles C et C′.

3° Si $a = 0$, les deux cercles C et C′ sont concentriques, et le limaçon devient le cercle :

$$x^2 + y^2 = R^2 + R'^2,$$

ce qui se voit directement par la géométrie.

Propriétés dérivant du cas général.

I. — *Si les points* C, C′ *restent fixes, et si les rayons* R *et* R′ *varient de façon que :*

$$R + R' = k = \text{constante}.$$

1° *Le lieu des points* D_1, D, D′, D'_1 *se compose de quatre droites :*

$$\begin{aligned} x - y &= a + k, \\ x - y &= a - k, \\ x + y &= k - a, \\ x + y &= -(k + a). \end{aligned}$$

Il est entendu que pour ce lieu géométrique tout comme pour les suivants, les lieux se composent en outre des courbes symétriques par rapport à Ox.

2° *Le lieu des points* E *et* F *de contact du cercle* C *avec le limaçon est le limaçon de Pascal :*

$$[(x-a)^2 + y^2 + 2ay]^2 = k^2[(x-a)^2 + y^2]. \tag{19}$$

Ce limaçon a son axe de symétrie parallèle à Oy, son point double en C. Son *cercle directeur* a pour rayon a, et k est le *module*.

3° *Le lieu des points* E′ *et* F′ *de contact du cercle* C′ *avec le limaçon est le limaçon de Pascal :*

$$[(x+a)^2 + y^2 + 2ay]^2 = k^2[(x+a)^2 + y^2].$$

Ce limaçon est symétrique du limaçon (19) par rapport à Oy.

On peut résumer les propriétés 2° et 3° en disant que : *Si, de chacun des centres des deux cercles* C *et* C′, *on mène des tangentes à l'autre cercle, le lieu total des points de rencontre de ces quatre tangentes avec les deux cercles se compose d'un cercle et de quatre limaçons de Pascal.*

4° *Le lieu des sommets* H *et* K *du limaçon* (6) *est une courbe du 10e degré*, dont l'équation en coordonnées polaires (O pôle, Ox axe polaire), est :

$$\rho = -a \pm \frac{k}{\sqrt{1 + \sin\omega}}.$$

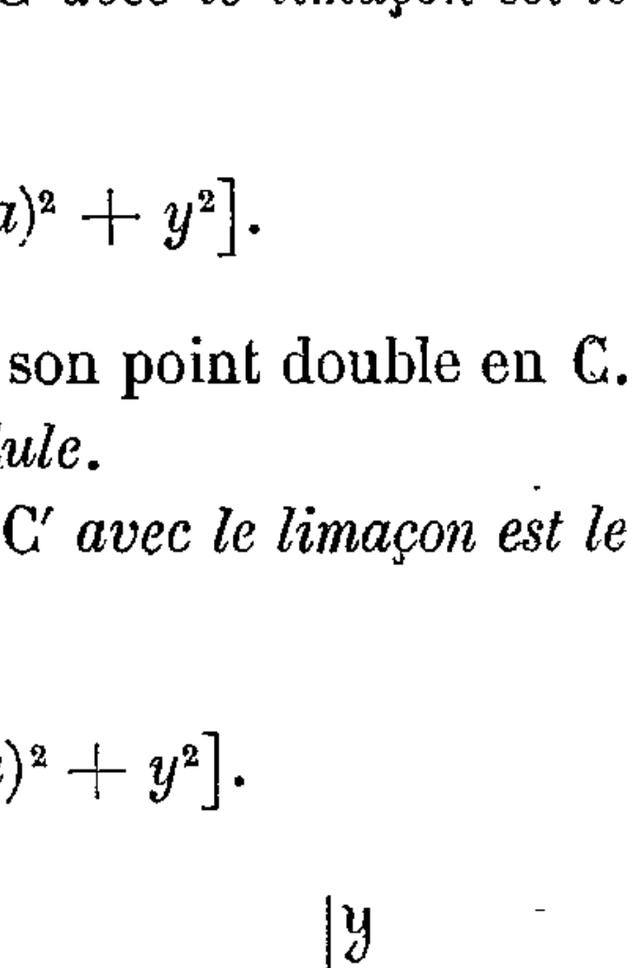


FIG. 2.

C'est une conchoïde ayant son pôle en O et pour module a, de la quartique :

$$\rho = \frac{k}{\sqrt{1 + \sin\omega}}.$$

Cette dernière courbe, dont l'équation cartésienne s'écrit :

$$y^2 = \frac{(x^2 - k^2)^2}{2k^2 - x^2},$$

jouit de la propriété suivante :

L'aire de la boucle comprise entre les deux points doubles est équivalente à l'aire comprise entre le reste de la courbe et ses deux asymptotes. La valeur commune de ces deux aires est $2k^2$.

5° *Le limaçon* (6) *enveloppe la sextique :*

$$2(x^2 + y^2 - a^2)^2(x^2 + y^2 + 2ay + a^2)$$
$$= k^2\left[2(x^2+y^2+2ay+a^2)(x^2+y^2-2ax+a^2)-(x^2+y^2-2ax+2ay+a^2)^2\right].$$

6° *Le lieu du point* S *est la parabole :*

$$16a^2x^2 = k^2(k^2 - 8ay).$$

7° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec les tangentes communes extérieures à* C *et* C′ *est une courbe du 16e degré.*

8° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec chaque tangente commune intérieure à* C *et à* C′ *est une quartique.*

9° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec chacun des cercles orthoptiques des cercles* C *et* C′ *est une courbe du 8e degré.*

10° *Le lieu de chacun des quatre points* Q_1, Q_2 Q_3, Q_4 *se compose de deux limaçons de Pascal.*

11° *Les quatre points* Q_5, Q_6, Q_7, Q_8 *décrivent deux lignes droites.*

En comparant 7° et 10°, on voit que le lieu total 7° se compose de deux limaçons de Pascal et d'une courbe du 8e degré.

En comparant 8° et 11°, on voit que le lieu total 8° se compose de deux lignes droites et de deux cubiques.

12° *Le lieu des points* T_1, T_2, T_3, T_4 *se compose de deux limaçons de Pascal.*

13° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec les quatre droites :*

$$\frac{y}{x} = \pm\frac{R}{\sqrt{a^2 - R^2}}, \qquad \frac{y}{x} = \pm\frac{R'}{\sqrt{a^2 - R'^2}},$$

se compose de deux courbes du 12e degré.

Donc, le lieu total 13°, qui comprend le lieu 12°, se compose en résumé de deux limaçons de Pascal et de deux courbes du 8e degré.

14° *Les tangentes communes extérieures des cercles* C *et* C′ *enveloppent le cercle :*

$$x^2 + y^2 = \frac{k^2}{4}.$$

15° *Les tangentes communes intérieures des cercles* C *et* C′ *ont une direction fixe.*

II. — *Si les points* C, C′ *restent fixes et que les rayons* R *et* R′ *varient de façon que :*

$$R' - R = k = \text{constante :}$$

1° *Le lieu des points* D_1, D, D′, D'_1 *se compose des quatre droites :*

$$\begin{aligned} x + y &= a - k, \\ x + y &= a + k, \\ x - y &= k - a, \\ x - y &= -(k - a). \end{aligned}$$

2° *Le lieu des points de contact* E *et* F *est le limaçon de Pascal :*

$$[(x-a)^2 + y^2 - 2ay]^2 = k^2[(x-a)^2 + y^2].$$

3° *Le lieu des points de contact* E′ *et* F′ *est le limaçon de Pascal.*

$$[(x+a)^2 + y^2 - 2ay]^2 = k^2[(x+a)^2 + y^2].$$

4° *Le lieu des sommets* H et K *du limaçon* (6) *est la courbe :*

$$\rho = -a \pm \frac{k}{\sqrt{1 - \sin\omega}},$$

tout à fait analogue à la courbe 4° de I.

5° *Le limaçon* (6) *enveloppe la sextique :*

$$\begin{aligned} &2(x^2 + y^2 - a^2)(x^2 + y^2 - 2ay + a^2) \\ =&k^2\left[2(x^2+y^2-2ay+a^2)(x^2+y^2-2ax+a^2) - (x^2+y^2-2ax-2ay+a^2)^2\right]. \end{aligned}$$

6° *Le lieu du point* S *est la parabole :*

$$16\,a^2x^2 = k^2(8ay + k^2).$$

7° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec les tangentes communes extérieures à* C *et à* C′ *se compose de deux quartiques.*

8° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec les tangentes communes intérieures à* C *et à* C′ *est une courbe du 16e degré.*

9° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec chacun des cercles orthoptiques des cercles* C *et* C′ *est une courbe du 8e degré.*

10° *Le lieu des points* Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 *se compose de deux lignes droites.*

11° *Le lieu des points* Q_5, Q_6, Q_7, Q_8 *se compose de deux limaçons de Pascal.*

En comparant 7° et 10°, on voit que le lieu total 7° se compose de deux lignes droites et de deux cubiques.

En comparant 8° et 11°, on voit que le lieu total 8° se compose de deux limaçons de Pascal et d'une courbe du 8e degré.

12° *Le lieu des points* T_1, T_2, T_3, T_4 *se compose de deux limaçons de Pascal.*

13° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec les quatre droites :*

$$\frac{y}{x} = \pm \frac{R'}{\sqrt{a^2 - R^2}}, \qquad \frac{y}{x} = \pm \frac{R'}{\sqrt{a^2 - R'^2}},$$

se compose de deux courbes du 12e degré.

Par conséquent, le lieu total 13° qui comprend le lieu 12°, se compose de deux limaçons de Pascal et de deux courbes du 8e degré.

14° *Les tangentes communes extérieures des cercles* C *et* C′ *ont une direction fixe.*

15° *Les tangentes communes intérieures des cercles* C *et* C′ *enveloppent le cercle :*

$$x^3 + y^3 = \frac{k^2}{4}.$$

III. — *Si les points* C, C′ *restent fixes et si les rayons* R, R′ *varient de façon que :*

$$RR' = k^2 = \text{constante} :$$

1° *Le lieu des points* D_1, D, D′ D'_1 *se compose de deux hyperboles équilatères :*

$$(x - a)y + k^2 = 0,$$
$$(x + a)y - k^2 = 0.$$

2° et 3° *Le lieu des points de contact* E, F, E′, F′ *du limaçon avec les cercles* C *et* C′ *est la ligne droite :*

$$y = \frac{k^2}{2a}.$$

4° *Le lieu des sommets* H *et* K *du limaçon est la sextique :*

$$\rho = -a \pm \frac{k\sqrt{2}}{\sqrt{\sin\omega}},$$

qu'on obtient en augmentant les rayons vecteurs du cercle de diamètre CC′ des rayons vecteurs de la quartique :

$$\rho = \frac{k\sqrt{2}}{\sqrt{\sin\omega}}.$$

Son équation cartésienne est :

$$y^2(x^2 + y^2) = 4k^4.$$

5° *Le limaçon* (6) *enveloppe la courbe du 8e degré :*

$$\left[(x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4ak^2y\right]^2 - 4k^4\left[(x^2 + y^2 + a^2)^2 - 4a^2x^2\right] = 0.$$

6° *Le lieu du point* S *est la droite :*

$$y = \frac{k^2}{2a}.$$

9° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec chacun des cercles orthoptiques des cercles* C *et* C′ *est une sextique.*

13° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec les quatre droites :*

$$\frac{y}{x} = \pm\frac{\mathrm{R}}{\sqrt{a^2 - \mathrm{R}^2}}, \qquad \frac{y}{x} = \pm\frac{\mathrm{R}'}{\sqrt{a^2 - \mathrm{R}'^2}}$$

se compose de deux courbes du 8e degré.

7° et 8° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec les tangentes communes aux cercles* C *et* C′ *se compose de deux courbes du 12e degré.*

14° et 15° *Les tangentes communes aux cercles* C *et* C′ *enveloppent deux quartiques.*

IV. — *Si les points* C *et* C′ *restent fixes et si les rayons* R *et* R′ *varient de façon que*

$$\mathrm{R}^2 + \mathrm{R}'^2 = k^2 = \text{constante :}$$

1° *Le lieu des points* D_1, D, D′, D'_1 *se compose des deux cercles :*

$$(x - a)^2 + y^2 = k^2,$$
$$(x + a)^2 + y^2 = k^2.$$

2° *Le lieu des points de contact* E *et* F *du cercle* C *avec le limaçon* (6) *est la quartique :*

$$[(x-a)^2+y^2]^2=k^2(x-a)^2+y^2(k^2-4a^2).$$

Cette courbe est la podaire du centre de la conique

$$\frac{(x-a)^2}{k^2}+\frac{y^2}{k^2-4a^2}=1, \tag{20}$$

suivant que $k \gtrless 4a$, cette conique est une ellipse ou une hyperbole.

Lorsque $k=2a$, qui correspond d'ailleurs au cas où le limaçon (6) devient une cardioïde, la quartique précédente se décompose en deux cercles :

$$[(x-a)^2+y^2-k(x-a)][(x-a)^2+y^2+k(x-a)]=0.$$

3° *Le lieu des points* E′ *et* F′ *de contact du cercle* C′ *avec le limaçon* (6) *est la quartique :*

$$[(x+a)^2+y^2]^2=k^2(x+a)^2+y^2(k^2-4a^2),$$

podaire du centre de la conique :

$$\frac{(x+a)^2}{k^2}+\frac{y^2}{k^2-4a^2}=1.$$

Si $k=2a$, cette quartique se décompose en deux cercles :

$$[(x+a)^2+y^2-k(x+a)][(x+a)^2+y^2+k(x+a)]=0.$$

4° *Le lieu des sommets* H *et* K *du limaçon se compose des deux cercles*

$$x^2+y^2=(a-k)^2,$$
$$x^2+y^2=(a+k)^2.$$

5° *Le limaçon* (6) *enveloppe la courbe :*

$$[(x^2+y^2-a^2)^2-k^2(x^2+y^2+a^2)]^2=4a^2k^2(x^2+y^2),$$

qui se décompose en quatre cercles :

$$(x^2+y^2-a^2)^2[x^2+y^2-(a-k)^2][x^2+y^2-(a+k)^2]=0.$$

6° *Le lieu du point* S *est le cercle :*

$$x^2+y^2=\frac{k^4}{16a^2}.$$

12° Lorsque $k = a$, *le point* T_1 *devient le point* O (alors H et O se confondent) ; *et les lieux de* T_2, T_3, T_4 *sont respectivement les cercles :*

$$x^2 + y^2 + 2ax = 0,$$
$$x^2 + y^2 - a^2 = 0,$$
$$x^2 + y^2 + 2ay = 0.$$

14° et 15° *Les tangentes communes aux cercles* C *et* C′ *enveloppent deux courbes du 8e degré.*

V. — *Si les points* C *et* C′ *restent fixes et si les rayons* R *et* R′ *varient de façon que :*

$$R'^2 - R^2 = k^2 = \text{constante :}$$

1° *Le lieu des points* D_1, D, D′, D'_1 *se compose des deux hyperboles équilatères :*

$$(x - a)^2 - y^2 + k^2 = 0,$$
$$(x + a)^2 - y^2 - k^2 = 0.$$

2° *Le lieu des points de contact* E *et* F *du cercle* C *avec le limaçon* (6) *est la quartique :*

$$\left[(x - a)^2 + y^2\right]^2 = -k^2(x - a)^2 + (4a^2 - k^2)y^2.$$

Cette courbe n'est réelle que si $k < 2a$. Elle est alors la podaire du centre de l'hyperbole :

$$\frac{(x - a)^2}{k^2} - \frac{y^2}{4a^2 - k^2} + 1 = 0.$$

3° *Le lieu des points de contact* E′ *et* F′ *du cercle* C′ *avec le limaçon* (6) *est la quartique :*

$$\left[(x + a)^2 + y^2\right]^2 = k^2(x + a)^2 + (4a^2 + k^2)y^2.$$

Cette courbe est la podaire du centre de l'ellipse :

$$\frac{(x + a)^2}{k^2} + \frac{y^2}{4a^2 + k^2} = 1.$$

4° *Le lieu des sommets* H *et* K *du limaçon est la courbe :*

$$r = -a \pm \frac{k}{\sqrt{\cos \omega}},$$

du même genre que la courbe 4° de III.

5° *Le limaçon* (6) *enveloppe la courbe du 8e degré :*

$$k^4\left[(x^2+y^2+a^2)^2-4a^2y^2\right]=\left[(x^2+y^2-a^2)^2+2ak^2x\right]^2.$$

6° *Le lieu de* S *est la droite :*

$$x=\frac{k^2}{4a}.$$

14° et 15° *Chacune des tangentes communes aux cercles* C *et* C′ *enveloppe une courbe du 8e degré.*

VI. — *Si les points* C, C′ *restent fixes et si* R *et* R′ *varient de façon que :*

$$\frac{R'}{R}=k=\text{constante :}$$

1° *Le lieu des points* D_1, D, D′, D'_1 *se compose des deux droites :*

$$k(x-a)+y=0,$$
$$x+a-ky=0.$$

2° *Le lieu des points de contact* E, F *du cercle* C *avec le limaçon* (6) *est le cercle :*

$$k\left[(x-a)^2+y^2\right]-2ay=0.$$

3° *Le lieu des points de contact* E′, F′ *du cercle* C′ *avec le limaçon* (6) *est le cercle :*

$$(x+a)^2+y^2-2aky=0.$$

4° *Le lieu des sommets* H *et* K *du limaçon est la ligne droite :*

$$\frac{y}{x}=\frac{2k}{k^2-1}.$$

5° et 6° *L'enveloppe du limaçon* (6) *est le point double* J *qui est fixe et a pour coordonnées :*

$$x=\frac{a(k^2-1)}{k^2+1},\qquad y=\frac{2ak}{k^2+1}.$$

7° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec les tangentes communes extérieures à* C *et à* C′ *est une courbe du 6e degré.*

8° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec les tangentes communes intérieures à* C *et à* C′ *est une courbe du 6e degré.*

9° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec chacun des cercles orthoptiques des cercles* C *et* C′ *est une quartique.*

En comparant 7° et 8° avec 9°, on voit que chacun des lieux complets, 7° ou 8°, se compose d'une conique et d'une quartique.

13° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec les quatre droites :*

$$\frac{y}{x} = \pm \frac{R}{\sqrt{a^2 - R^2}}. \qquad \frac{y}{x} = \pm \frac{R'}{\sqrt{a^2 - R'^2}}$$

se compose de deux sextiques.

14° et 15° *Les tangentes communes aux cercles* C *et* C′ *passent chacune par un point fixe, qui est un des centres de similitude de ces deux cercles.*

VII. — *Si les points* C, C′ *restent fixes et que le rayon* R *reste constant .*

1° *Le lieu des points* D_1, D, D′, D'_1 *se compose de quatre droites :*

$$x = a + R, \qquad x = a - R, \qquad y = R, \qquad y = -R.$$

2° *Le lieu des points* E *et* F *de contact du cercle* C *avec le limaçon est le cercle* C *lui-même.*

3° *Le lieu des points* E′ *et* F′ *de contact du cercle* C′ *avec le limaçon se compose des deux droites :*

$$y = \pm \frac{R(x + a)}{\sqrt{4a^2 - R^2}}.$$

4° *Le lieu des sommets* H *et* K *du limaçon* (6) *est la courbe :*

$$\rho = -a \pm \frac{R}{\sin \frac{\omega}{2}};$$

c'est une courbe analogue à la courbe 4° de I.

5° *L'enveloppe du limaçon* (6) *se compose du cercle* C *et d'une quartique.*

6° *Le lieu du point* S *est la parabole :*

$$4a^2y^2 = R^2(4ax + R^2).$$

7° et 8° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec les tangentes communes à* C *et à* C′ *se compose de deux courbes du 12e degré.*

9° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec les cercles orthoptiques de* C *et* C′ *se compose du cercle* C *et d'une courbe du 8e degré.*

10° *Le lieu des quatre points* Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 *se compose d'un limaçon de Pascal et d'un cercle.*

11° *Le lieu des quatre points* Q_5, Q_6, Q_7, Q_8 *se compose de deux limaçons de Pascal.*

En comparant 7° et 10°, on voit que le lieu total 7° se compose d'un limaçon de Pascal, d'un cercle et d'une sextique.

En comparant 8° et 11°, on voit que le lieu total 8° se compose de deux limaçons de Pascal et d'une quartique.

12° *Le lieu des points* T_3 *et* T_4 *est un limaçon de Pascal.*

13° *Le lieu des points de rencontre du limaçon avec les deux droites :*

$$\frac{y}{x} + \pm \frac{R'}{\sqrt{a^2 - R'^2}}$$

est une courbe du 10e degré.

Donc, le lieu total 13°, qui comprend le lieu 12°, se compose d'un limaçon de Pascal et d'une sextique.

14° et 15° *Les tangentes communes aux cercles* C *et* C′ *ont pour enveloppe le centre du cercle* C′ *et le cercle* C. (Évident.)

VIII. — *Si les points* C *et* C′ *restent fixes, et si* R *et* R′ *varient de façon que :*

$$\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} = \frac{1}{k} = \text{constante :}$$

1° *Le lieu des points* D_1, D, D′, D'_1 *se compose des quatre hyperboles équilatères :*

$$xy - (a + k)y + kx - ak = 0,$$
$$xy - (a - k)y - kx + ak = 0,$$
$$xy + (a - k)y - kx - ak = 0,$$
$$xy + (a + k)y + kx + ak = 0.$$

2° *Le lieu des points* E *et* F *de contact du cercle* C *avec le limaçon est la quartique :*

$$k^2\left[(x - a)^2 + y^2 + 2ay\right]^2 = 4a^2y^2\left[(x - a)^2 + y^2\right].$$

3° *Le lieu des points* E′ *et* F′ *de contact du cercle* C′ *avec le limaçon est la quartique :*

$$k^2\left[(x + a)^2 + y^2 + 2ay\right]^2 = 4a^2y^2\left[(x + a)^2 + y^2\right].$$

4° *Le lieu des sommets* H *et* K *du limaçon* (6) *est une courbe du 8e degré,* ayant pour équation polaire (O pôle, Ox axe polaire) :

$$\rho = -a \pm \frac{2k}{\sin\omega}\sqrt{1 + \sin\omega}.$$

Cette courbe dérive de la suivante :

$$\rho = \frac{2k}{\sin\omega}\sqrt{1+\sin\omega}.$$

C'est une sextique ayant pour équation cartésienne :

$$x^2 = \frac{y^4(8k^2-y^2)}{(y^2-4k^2)^2}.$$

6° *Le lieu du point* S *est la quartique :*

$$k^4y^2 = ay^3(ay-2k^2).$$

IX. — *Si les points* C *et* C′ *restent fixes et que* R *et* R′ *varient de façon que :*

$$\frac{1}{R}-\frac{1}{R'}=\frac{1}{k}=\text{constante :}$$

1° *Le lieu des points* D_1, D, D′, D'_1 *se compose des quatre hyperboles équilatères :*

$$xy-kx-(a+k)y+ak=0,$$
$$xy+kx-(a-k)y-ak=0,$$
$$xy-kx+(a+k)y-ak=0,$$
$$xy+kx+(a-k)y+ak=0.$$

2° *Le lieu des points* E *et* F *de contact du cercle* C *avec le limaçon est la quartique :*

$$k^2[(x-a)^2+y^2-2ay]^2=4a^2y^2[(x-a)^2+y^2].$$

3° *Le lieu des points* E′ *et* F′ *de contact du cercle* C′ *avec le limaçon est la quartique :*

$$k^2[(x+a)^2+y^2-2ay]^2=4a^2y^2[(x+a)^2+y^2].$$

4° *Le lieu des sommets* H *et* K *du limaçon* (6) *est la courbe du 8e degré :*

$$\rho=-a\pm\frac{2k\operatorname{cotg}\omega}{\sqrt{1+\sin\omega}},$$

qui dérive de la courbe :

$$\rho=\frac{2k\operatorname{cotg}\omega}{\sqrt{1+\sin\omega}}=\frac{2k}{\sin\omega}\sqrt{1-\sin\omega}.$$

Cette courbe est une sextique qui a pour équation cartésienne :

$$x^2 = \frac{y^4(8k^2 - y^4)}{(y^2 - 4k^2)^2},$$

Elle est la même que la courbe correspondante 4° de VIII.

6° *Le lieu du point* S *est la quartique :*

$$k^4x^2 = ay^3(ay + 2k^2).$$

X. — *Si les points* C, C′ *restent fixes et si* R et R′ *varient de façon que :*

$$\frac{1}{R^2} + \frac{1}{R'^2} = \frac{1}{k^2} = \text{constante :}$$

1° *Le lieu des points* D_1, D, D′, D'_1 *se compose des deux krenzcurves .*

$$\frac{1}{(x-a)^2} + \frac{1}{y^2} = \frac{1}{k^2},$$

$$\frac{1}{(x+a)^2} + \frac{1}{y^2} = \frac{1}{k^2}.$$

2° *Le lieu des points* E *et* F *de contact du cercle* C *avec le limaçon est la quartique :*

$$k^2\left[(x-a)^2 + y^2\right]^2 = 4a^2y^2\left[(x-a)^2 + y^2 - k^2\right].$$

3° *Le lieu des points* E′ *et* F′ *du contact du cercle* C′ *avec le limaçon est la quartique :*

$$k^2\left[(x+a)^2 + y^2\right]^2 = 4a^2y^2\left[(x+a)^2 + y^2 - k^2\right].$$

4° *Le lieu du point* H (*sommet du limaçon le plus voisin de* O) *est la courbe :*

$$\rho = -a + \frac{2k}{\sin\omega}.$$

C'est la *conchoïde de Nicomède* de la droite $y = 2k$, avec le point O pour pôle et a pour module.

Le lieu du point K (*sommet du limaçon le plus éloigné de* O) *est la courbe :*

$$\rho = -a - \frac{2k}{\sin\omega},$$

qui est aussi une conchoïde de Nicomède.

6° *Le lieu du point* S *est la quartique :*

$$x^2 = \frac{4y^2}{k^4}(a^2y^2 - k^4).$$

XI. — *Si les points* C, C′ *restent fixes et si* R *et* R′ *varient de façon que :*

$$\frac{1}{R^2} - \frac{1}{R'^2} = \frac{1}{k^2} = \text{constante :}$$

1° *Le lieu des points* D_1, D, D′, D'_1 *se compose des deux krenzcurves hyperboliques (kohlenspitzencurves) :*

$$\frac{1}{(x-a)^2} - \frac{1}{y^2} = \frac{1}{k^2},$$

$$\frac{1}{(x+a)^2} - \frac{1}{y^2} = \frac{1}{k^2}.$$

2° *Le lieu des points* E *et* F *de contact du cercle* C *avec le limaçon est la quartique :*

$$k^2[(x-a)^2 + y^2]^2 + 4a^2y^2[(x-a)^2 + y^2 - k^2] = 0.$$

3° *Le lieu des points* E′ *et* F′ *de contact du cercle* C′ *avec le limaçon est la quartique*

$$k^2[(x+a)^2 + y^2]^2 + 4a^2y^2[(x+a)^2 + y^2 - k^2] = 0.$$

4° *Le lieu des sommets* H *et* K *du limaçon est la courbe du 8e degré :*

$$\rho = -a \pm \frac{2k\sqrt{\cos\omega}}{\sin\omega},$$

qui dérive de la courbe :

$$\rho = \frac{2k\sqrt{\cos\omega}}{\sin\omega},$$

ayant pour équation cartésienne :

$$x^2 = \frac{y^6}{16k^4 - y^4}.$$

6° *Le lieu du point* S *est la parabole :*

$$ay^2 = k^2x.$$

XII. — *Si les centres* C *et* C′ *se déplacent sur une ligne droite* Ox, *à égale distance de* O, R *et* R′ *restant constants :*

1° *Le lieu des points* D_1, D, D′, D'_1 *se compose des quatre droites :*

$$y = \mp R', \qquad y = \pm R.$$

2° *Le lieu des points de contact* E, F *du cercle* C *avec le limaçon* (6) *est la quartique :*

$$(2xy - RR')^2 + 4y^2(y^2 - R^2) = 0.$$

Cette quartique est circulaire et unicursale. En effet, si on pose :

$$y = R \cos \varphi,$$

il en résulte :

$$x = \frac{R'}{2\cos\varphi} \pm R \sin \varphi,$$

de sorte que si l'on pose $tg \frac{\varphi}{2} = t$, x et y deviennent des fonctions rationnelles du paramètre t.

3° *Le lieu des points de contact* E′, F′ *du cercle* C′ *avec le limaçon* (6) *est la quartique :*

$$(2xy + RR')^2 + 4y^2(y^2 - R'^2) = 0.$$

4° *Le lieu des sommets* H *et* K *du limaçon, ainsi que celui de son point double* I, *est la ligne droite :*

$$\frac{y}{x} = \frac{2RR'}{R'^2 - R^2}.$$

5° L'enveloppe du limaçon (6) s'obtiendrait en éliminant a entre l'équation (6) et son équation dérivée par rapport à a. Le résultat de cette élimination semble devoir être très compliqué.

6° *Le lieu de* S *est la ligne droite :*

$$\frac{y}{x} = \frac{2RR'}{R'^2 - R^2}.$$

14° *Les tangentes communes extérieures aux cercles* C *et* C′ *enveloppent le cercle :*

$$x^2 + y^2 = \frac{(R + R')^2}{4}.$$

15° *Les tangentes communes intérieures aux cercles* C *et* C′ *enveloppent le cercle :*

$$x^2 + y^2 = \frac{(R' - R)^2}{4}.$$

XIII. — L'équation (6) peut s'écrire :

$$(21)\quad \begin{cases} (x^2+y^2-a^2)^2-(x^2+y^2+a^2)(\mathrm{R}^2+\mathrm{R}'^2) \\ \qquad +2a\left[x(\mathrm{R}'^2-\mathrm{R}^2)+2\mathrm{RR}'y\right]=0. \end{cases}$$

Si l'on cherche l'intersection du limaçon écrit sous cette forme avec un cercle concentrique au cercle de diamètre CC′ :

$$(22)\qquad x^2+y^2=d^2,$$

on voit que ce cercle ne rencontre le limaçon qu'en deux points situés à l'intersection du cercle (22) avec la droite :

$$(23)\quad \begin{cases} 2a\left[x(\mathrm{R}'^2-\mathrm{R}^2)+2\mathrm{RR}'y\right] \\ +(d^2-a^2)^2-(d^2+a^2)(\mathrm{R}^2+\mathrm{R}'^2)=0. \end{cases}$$

Lorsque $d=a$, cette droite devient la tangente en I au cercle de diamètre CC′, et les deux points précédents sont confondus en I.

Si l'on cherche l'intersection de la courbe (21) avec la droite :

$$(24)\qquad x(\mathrm{R}'^2-\mathrm{R}^2)+2\mathrm{RR}'y=h^3,$$

on obtient deux valeurs de x^2+y^2. Par conséquent, les quatre points d'intersection de la droite (24) et du limaçon sont donnés par l'intersection de la droite (24) avec deux cercles de centre O.

PROPRIÉTÉS RELATIVES AU LIMAÇON DE PASCAL.

Les propriétés que nous allons énumérer sont, en quelque sorte, des réciproques des propriétés établies précédemment.

1° *Étant donné un limaçon de Pascal dont le cercle directeur a pour rayon* a *et dont le module est* b, *si par son point double* I *(ou pôle du limaçon), on mène une sécante qui rencontre la courbe en* D *et* D_1, *le milieu* C *de* DD_1 *qui est aussi sur le cercle directeur du limaçon, est le centre d'un cercle bi-tangent au limaçon.*

Il en résulte que le cercle directeur du limaçon fait partie du *lieu du centre des cercles bi-tangents au limaçon.* L'axe de symétrie du limaçon fait aussi partie de ce lieu.

2° Si l'on mène par le point double I deux cordes IDD_1 et $\mathrm{ID'D'}_1$, perpendiculaires entre elles, ces droites rencontrent le cercle directeur du limaçon en leurs milieux C et C′. *Les points* C *et* C′ *sont les centres des cercles de*

rayon R *et* R′, *bi-tangents au limaçon, et tels que la somme des carrés des rayons est constante.* On a :

$$R^2 + R'^2 = b^2.$$

La constante est donc le carré du module du limaçon.

A l'angle $\widehat{CIO} = \psi$, correspondent les rayons :

$$R = b \cos \psi, \qquad R' = b \sin \psi.$$

3° H et K étant les deux sommets du limaçon pour lesquels :

$$IH = 2a - b, \qquad IK = 2a + b,$$

les droites IC et IC′ coupent les cercles C et C′ en quatre points, dont le *lieu géométrique se compose des deux cercles de diamètres* IH *et* IK.

4° Soit S le point de rencontre de la droite IOHK, axe du limaçon, avec la droite EFE′F′ des points de contact du limaçon et des cercles C et C′.

On sait en effet que *les points* E, F, E′, F′ *sont en ligne droite.*

Nous avons vu aussi que $OS = \frac{R^2 + R'^2}{4a}$. Donc :

$$OS = \frac{b^2}{4a} = \text{constante.}$$

Par conséquent, lorsque les droites IC *et* IC′ *varient, la droite des points de contact passe par le point fixe* S.

Ce point S joue donc un rôle important dans le limaçon.

5° *Si on mène d'un point quelconque du limaçon les tangentes à ces deux cercles, deux de ces quatre tangentes sont rectangulaires.*

6° *Les tangentes menées du centre de* C *au cercle* C′ *passent par les points* E *et* F *où le cercle* C *est bi-tangent au limaçon.*

7° *Le lieu des centres de similitude des deux cercles* C *et* C′ *est la strophoïde droite ayant pour point double le pôle* I *du limaçon, et pour sommet le centre* O *du cercle directeur.*

Cette strophoïde reste donc la même, quelle que soit la valeur du module b, et, en particulier, lorsque pour $b = 2a$, le limaçon devient une cardioïde.

8° *Le lieu des centres de similitude des cercles de diamètres* ID *et* ID_1 *se compose du point* I *et d'une cubique circulaire unicursale.*

Lorsque $b = 2a$, le limaçon devient une cardioïde, et cette cubique devient une cissoïde droite.

9° *L'axe radical des deux cercles* C *et* C′ *passe par le point fixe* S (4°).

Il en résulte que le *lieu du pied de l'axe radical des deux cercles* C *et* C′ *est le cercle de diamètre* OS.

10° *Le centre de similitude interne des deux cercles de diamètres* DD_1 *et* $D'D'_1$ *est le point fixe* O, *centre du cercle directeur du limaçon.*

11° *Le lieu des centres de similitude du cercle de diamètre* DD_1 *et du cercle directeur se compose de deux cercles concentriques au cercle directeur.*

12° *Le lieu des centres de similitude du cercle* C *et du cercle de diamètre* HK *est une strophoïde droite* qui reste la même, quelle que soit la valeur de *b*.

L'axe radical de ces deux cercles passe par le point fixe S (4° et 9°).

Il résulte des propriétés 9° et 12° que le point S jouit de cette intéressante propriété d'être *le centre radical des cercles* C, C′ *et du cercle de diamètre* HK.

13° *L'axe radical du cercle* C *et du cercle directeur enveloppe le cercle de centre* S *et de rayon* $SI = a - \frac{b^2}{4a}$.

Autrement dit, les axes radicaux de chacun des cercles C et C′, avec le cercle directeur, sont à une distance constante du point S.

Le cercle de diamètre HK rencontre le cercle directeur suivant une droite qui est à cette même distance constante du point S.

14° *L'axe radical du cercle* C *et d'un cercle fixe* Σ *quelconque enveloppe une conique.* Si ce cercle a son centre en I, la conique devient une parabole.

15° *L'axe radical du cercle de diamètre* DD_1 *et d'un cercle fixe* Σ′ *quelconque enveloppe une conique.*

Si ce cercle fixe a son centre en I, la conique devient une parabole.

16° Si le cercle fixe Σ se déplace en conservant un rayon constant, de façon que la conique 14° soit une parabole, le lieu du centre du cercle Σ est un cercle.

Si, dans les mêmes conditions, la conique 14° doit être une hyperbole équilatère, le lieu du centre du cercle Σ est aussi un cercle.

Pour tous les cercles Σ concentriques au cercle directeur, la conique 14° est un cercle.

Si le cercle Σ se déplace en conservant un rayon constant et de façon que la conique 14° passe par le point I, le lieu du centre du cercle Σ est un cercle.

Toutes ces propriétés (16°) s'appliquent au cercle Σ′ de (15°), tout comme au cercle Σ de (14°).

17° *L'axe radical du cercle* C *et du cercle de diamètre* $D'D'_1$ *enveloppe le cercle décrit sur* OS *comme diamètre.*

Le lieu du pied de cet axe radical est un limaçon de Pascal.

18° *L'axe radical du cercle directeur du limaçon et du cercle de diamètre* HK *passe par le symétrique du point* I *par rapport au point* S.

On a ainsi un procédé graphique très simple pour construire le point S.

L'axe radical du cercle directeur et du cercle de diamètre HK rencontre l'axe de symétrie du limaçon en un point V. Le point S est le milieu de IV.

19° *Le lieu des points de rencontre des cercles* C *et* C′ *est un cercle de centre* O *et de rayon* $\sqrt{\frac{b^2-2a^2}{2}}$.

Ce cercle n'est donc réel que si $b > a\sqrt{2}$. Lorsque $b = a\sqrt{2}$, ce cercle se réduit au point O. Si $b < a\sqrt{2}$, ce cercle et les cercles C et C′ ont même axe radical.

20° *Le lieu des points de rencontre des cercles de diamètres* DD_1 *et* $D'D'_1$ *est un cercle de centre* O *et de rayon* $\sqrt{b^2 - a^2}$. Il n'est réel que si $b > a$.

21° *Le lieu des points de rencontre du cercle* C *et du cercle de diamètre* $D'D'_1$ *est une courbe du 6e degré.*

Cas de la cardioïde. — Alors $b = 2a$.

Voici ce que deviennent la plupart des propriétés générales du limaçon :

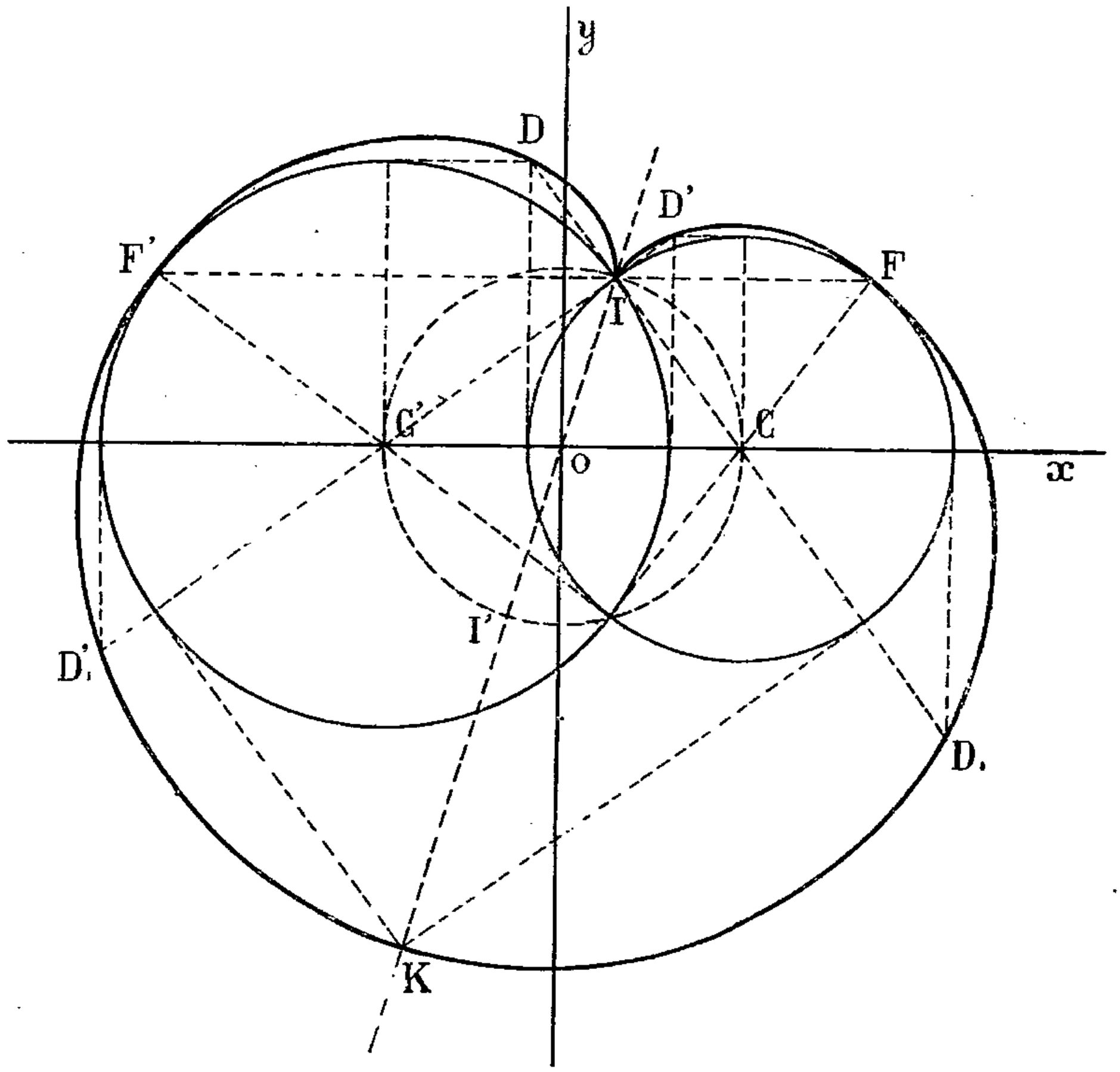


FIG. 3. — Cardioïde.

1° Le point milieu C d'une corde DD_1 qui passe par le point de rebroussement I est le centre d'un cercle tangent à la cardioïde en un seul point

et qui passe par I. Dans le cas général, ce cercle est bi-tangent au limaçon. Il y a donc là un *cas limite intéressant*.

Lorsque le limaçon est tel que b est presque égal à $2a$, mais plus petit, le cercle de centre C est tangent intérieurement à la grande feuille du limaçon et extérieurement à la petite boucle du limaçon. Donc, lorsque cette boucle tend à devenir le point de rebroussement de la cardioïde, le cercle n'est plus tangent à la courbe, mais la coupe au point de rebroussement. D'ailleurs le cercle a toujours en ce point deux points confondus avec la cardioïde.

2° Si on mène par le point de rebroussement I deux cordes DD_1 et $D'D'_1$ perpendiculaires entre elles et dont les milieux soient C et C′, le cercle de centre C et passant par I, touche la cardioïde en F ; le cercle de centre C′ et passant par I touche la cardioïde en F′.

3° H se confond alors avec I et K et devient le sommet de la cardioïde. Le lieu des points symétriques de I par rapport à C et à C′, est le cercle de diamètre IK, ce qui est évident géométriquement.

4° Le point S se confond avec le point I, et la droite FF′ passe par I.

5°, 6°, 7° Ces propriétés subsistent.

8° *Le lieu des centres de similitude des cercles de diamètres* ID *et* ID_1 *se compose du point I et d'une cissoïde droite.*

9° à 16° Ces propriétés subsistent.

17° *L'axe radical du cercle* C *et du cercle de diamètre* $D'D'_1$ *enveloppe le cercle décrit sur* OI *comme diamètre.*

Le lieu du pied de cet axe radical est une cardioïde.

18° Cette propriété n'existe plus.

19° *Le lieu des points de rencontre des cercles* C *et* C′ est alors le cercle directeur.

20° *Le lieu des points de rencontre des cercles de diamètres* DD_1 *et* $D'D'_1$ est *le cercle de centre* O *et de rayon* $a\sqrt{3}$. Cela se voit géométriquement.

21° Cette propriété subsiste.

REMARQUE.

On sait que le lieu des points d'où l'on voit deux courbes données sous un angle droit (ou tels que la tangente menée à l'une des courbes soit perpendiculaire à une tangente à la seconde courbe), se nomme ligne *orthoptique* des deux courbes données.

De même si les tangentes font un angle constant α, cette ligne orthoptique devient la *ligne isoptique* des deux courbes.

Nous avons vu par cette étude que la *ligne orthoptique de deux cercles* se composait de deux limaçons de Pascal.

On trouve aussi que la *ligne isoptique* se compose de deux limaçons de Pascal.

Il serait intéressant de poursuivre une étude analogue à celle que nous venons de faire pour la ligne orthoptique en l'appliquant à la ligne isoptique, et d'en déduire des propriétés nouvelles du limaçon de Pascal.

Mais cette étude paraît devoir être assez compliquée.

Contentons-nous de donner ici l'équation de la *ligne isoptique* sous l'angle α des deux cercles C et C′.

En conservant les notations précédentes, on voit que les équations de deux tangentes, l'une au cercle C, l'autre au cercle C′ et faisant entre elles l'angle α, sont

$$(25) \qquad (x - a)\cos\varphi + y\sin\varphi = \mathrm{R},$$

$$(26) \qquad (x + a)\cos(\varphi + \alpha) + y\sin(\varphi + \alpha) = -\mathrm{R}'.$$

Si on élimine φ entre ces deux équations, on trouve pour l'équation du lieu la quartique :

$$(27) \qquad \begin{aligned} &\left[\mathrm{R}x\sin\alpha - (\mathrm{R}\cos\alpha + \mathrm{R}')\,y + a\mathrm{R}\sin\alpha\right]^2 \\ &+ \left[(\mathrm{R}\cos\alpha + \mathrm{R}')\,x + \mathrm{R}y\sin\alpha + a\,(\mathrm{R}\cos\alpha - \mathrm{R}')\right]^2 \\ &= \left[(x^2 + y^2 - a^2)\sin\alpha + 2ay\cos\alpha\right]^2. \end{aligned}$$

Si on résout (25) et (26), par rapport à x et y, on obtient :

$$(28) \qquad \begin{aligned} x\sin\alpha = {} &(\mathrm{R}\cos\alpha + \mathrm{R}')\sin\varphi + \mathrm{R}\sin\alpha\cos\varphi \\ &+ a\cos\alpha\sin 2\varphi + a\sin\alpha\cos 2\varphi\,; \end{aligned}$$

$$(29) \qquad \begin{aligned} y\sin\alpha + a\cos\alpha = {} &\mathrm{R}\sin\alpha\sin\varphi - (\mathrm{R}\cos\alpha + \mathrm{R}')\cos\varphi \\ &+ a\sin\alpha\sin 2\varphi - a\cos\alpha\cos 2\varphi. \end{aligned}$$

Telles sont les équations paramétriques d'un point de la courbe (27).

D'une manière plus générale, les équations :

$$(30) \qquad \mathrm{X} = \mathrm{A}\sin\varphi + \mathrm{B}\cos\varphi + \mathrm{C}\sin 2\varphi + \mathrm{D}\cos 2\varphi,$$

$$(31) \qquad \mathrm{Y} = \mathrm{B}\sin\varphi - \mathrm{A}\cos\varphi + \mathrm{D}\sin 2\varphi - \mathrm{C}\cos 2\varphi.$$

représentent un limaçon de Pascal, si on élimine φ.

La courbe (27) est donc un limaçon de Pascal. En changeant dans l'équation (27) R′ en — R′, on aurait l'équation du second limaçon de Pascal constituant la ligne isoptique.

Si $\alpha = 0$, le limaçon (27) devient :

$$(\mathrm{R} + \mathrm{R}')^2y^2 + \left[(\mathrm{R} + \mathrm{R}')x + a(\mathrm{R} - \mathrm{R}')\right]^2 = 4a^2y^2.$$

Cette équation représente l'ensemble des deux tangentes communes intérieures.

Pour $\alpha = 180^\circ$, on aurait l'ensemble des deux tangentes communes extérieures.

Les deux premières parenthèses-crochets de (27) égalées à zéro donnent :

$$(32) \qquad Rx \sin\alpha - (R\cos\alpha + R')y + aR\sin\alpha = 0,$$

$$(33) \qquad (R\cos\alpha + R')x + Ry\sin\alpha + a(R\cos\alpha - R') = 0.$$

D'où

$$(34) \quad x = \frac{a(R'^2 - R')}{R^2 + R'^2 + 2RR'\cos\alpha}, \qquad y = \frac{2aRR'\sin\alpha}{R^2 + R'^2 + 2RR'\cos\alpha}.$$

Les coordonnées de ce point satisfont à l'équation

$$(35) \qquad (x^2 + y^2 - a^2)\sin\alpha + 2ay\cos\alpha = 0.$$

qui est celle du segment capable de l'angle α, ayant pour corde CC'.

Le point (34) est donc le point double I du limaçon (27).

Les droites IC et IC' font entre elles l'angle α.

Le cercle directeur du limaçon est le cercle (35).

Son rayon est $\frac{a}{\sin\alpha}$. Le module du limaçon est :

$$\frac{1}{\sin\alpha}\sqrt{R^2 + R'^2 + 2RR'\cos\alpha}.$$

L'axe du limaçon est :

$$U = \frac{\pi}{\sin^2\alpha}\left[R^2 + R'^2 + 2RR'\cos\alpha + 2a^2\right].$$

Le limaçon deviendra une cardioïde, si

$$R^2 + R'^2 + 2RR'\cos\alpha = 4a^2,$$

c'est-à-dire si les cercles C et C' se coupent sous l'angle α.

M. Raoul PERRIN

Ingénieur en chef des Mines, à Paris.

SUR UNE MÉTHODE NOUVELLE POUR LA SÉPARATION ET LE CALCUL APPROXIMATIF DES RACINES RÉELLES DES ÉQUATIONS NUMÉRIQUES [A3g]

— *Séance du 11 septembre* —

Étant donnée une équation numérique :

$$f(x) = 0 \tag{1}$$

et une valeur approchée x_0 de l'une de ses racines, la méthode d'approximation de Newton revient à remplacer la courbe :

$$y = f(x), \tag{2}$$

dans le voisinage du point d'abscisse x_0, par sa tangente :

$$y = f(x_0) + (x - x_0)f'(x_0), \tag{3}$$

et à prendre comme nouvelle valeur approchée x_1 de la racine de (1), l'abscisse du point où la tangente (3) coupe l'axe des x, savoir :

$$x_1 = x_0 - \frac{f(x_0)}{f'(x_0)}. \tag{4}$$

On sait que la méthode ne réussit que si x_0 est suffisamment voisin de la racine véritable pour que ni $f'(x)$, ni $f''(x)$ ne s'annulent dans l'intervalle.

Au lieu de remplacer la courbe (2) par sa tangente (3), on aurait pu la remplacer par la parabole du second degré à axe vertical, osculatrice à la courbe au point d'abscisse x_0, parabole dont l'équation serait :

$$y = f(x_0) + (x - x_0)f'(x_0) + \frac{(x - x_0)^2}{2} f''(x_0), \tag{5}$$

ce qui donnerait pour nouvelle valeur approchée de la racine :

$$(6) \qquad x_2 = x_0 - \frac{f'(x_0) \pm \sqrt{f'^2(x_0) - 2f(x_0)f''(x_0)}}{f''(x_0)},$$

formule dans laquelle on aurait à choisir le double signe, de manière à prendre celle des deux valeurs de x_2 qui s'éloignerait le moins de x_0.

Mais cette modification de la méthode de Newton, tout en donnant quelquefois une approximation plus grande, présenterait des inconvénients de même nature, et pourrait même tomber complètement en défaut, si la quantité sous le radical se trouvait être négative.

Je me propose de montrer comment il est possible, par des considérations géométriques analogues, d'établir des formules qui permettent de resserrer autant qu'on le veut, sans ambiguïté ni incertitude, les limites entre lesquelles sont comprises les racines réelles existant entre deux valeurs de x choisies d'une manière quelconque, ou d'approcher autant qu'on le veut de la racine réelle la plus voisine, soit par excès, soit par défaut, d'une valeur de x donnée quelconque, ou enfin de vérifier s'il existe des racines dans un intervalle donné quelconque.

I

Je dois d'abord établir quelques propriétés essentielles des courbes paraboliques représentées par une équation telle que (2), mais dans laquelle $f(x)$ est un polynôme à coefficients *tous positifs* (je les appellerai, pour abréger, des courbes *régulières*). Soit donc la courbe régulière :

$$(7) \qquad y = a + bx + cx^2 + dx^3 + \ldots\ldots + kx^n,$$

où $a, b, c \ldots k$ sont des quantités positives ou nulles, et ne considérons que la partie de cette courbe située du côté des x (et par conséquent aussi des y) *positifs*. Pour toute valeur positive (ou nulle) de x, y et toutes ses dérivées ne pourront prendre que des valeurs positives ou nulles, mais jamais négatives.

De plus, si on trace une autre courbe parabolique, régulière ou non, de degré $p \leqslant n$, savoir :

$$(8) \qquad y = a' + b'x + c'x^2 \ldots + h'x^p,$$

je dis que les deux courbes se couperont *au plus* en $p + 1$ points (en ne considérant toujours que la région des x et des y positifs). Car l'équation qui donnerait les abscisses des points d'intersection, savoir :

$$0 = a - a' + (b - b')x + (c - c')x^2 + \ldots + (h - h')x^p + \ldots + kx^n,$$

possède *au plus* $p + 1$ variations, et par conséquent *au plus* $p + 1$, racines positives.

En particulier, une courbe régulière ne peut être coupée par une droite en plus de deux points et par une parabole du second degré à axe vertical en plus de trois points.

En faisant la figure *(fig. 1)*, on vérifie sans peine que :

1° Si une droite A coupe une courbe régulière en deux points, elle est *au-dessus* de la courbe entre ces deux points, et *au-dessous* à droite et à gauche;

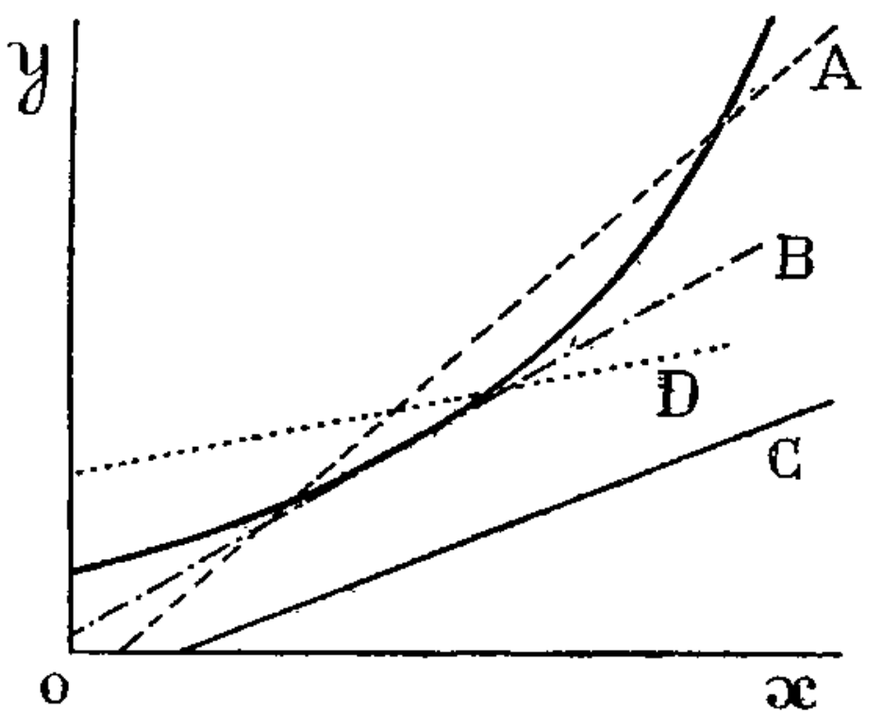


FIG. 1.

2° Si elle lui est tangente (B), elle se trouve tout entière *au-dessous* de la courbe;

3° Il en est de même si elle ne la coupe pas (C);

4° Si elle la coupe en un seul point (D), elle reste *au-dessus* de la courbe, à gauche de ce point, et *au-dessous* à droite.

Examinons maintenant ce qui se passe pour une parabole du second degré à axe vertical, suivant qu'elle coupe une courbe régulière en zéro, un, deux ou trois points distincts ou confondus (je suppose $n > 2$ dans l'équation (7).

Il est tout d'abord évident qu'on peut prendre x assez grand, quelles que soient les valeurs de a, b, c, a', b', c', pour que l'ordonnée de la courbe régulière (7) devienne *supérieure* à celle de la parabole (8), qui se réduit à $y = a' + b'x + c'x^2$. Donc, vers la droite de la région considérée, la parabole est *toujours* au-dessous de la courbe régulière.

Il en résulte que si elle ne la coupe pas, elle restera constamment *au-dessous*, et que si elle la coupe en un, deux ou trois points distincts (c'est-à-dire qui ne soient pas des points de contact), elle passera alternativement au-dessus, puis au-dessous. De telle sorte que si α, β, γ sont les points de rencontre, rangés par ordre d'abscisses décroissantes, la parabole restera *au-dessous* de la courbe à droite de α et entre β et γ ; *au-dessus* entre α et β, et à gauche de γ.

Supposons que α et β viennent à coïncider, en sorte que la parabole, en marchant dans le sens des x positifs croissants, coupe d'abord la courbe en un point M, puis la touche en un point N : elle restera *au-dessus* de la courbe à gauche de M, *au-dessous*, entre M et N, et encore au-dessous à droite de N. Si, au contraire, β et γ viennent à coïncider, c'est-à-dire si la parabole commence par toucher la courbe en M pour la traverser ensuite en N, elle restera *au-dessus* de la courbe à gauche de M et entre les deux points M et N, et passera au-dessous à droite de N. Si enfin α, β et γ coïn-

cident, c'est-à-dire si la parabole devient osculatrice à la courbe en un point M, elle restera *au-dessus* à gauche de ce point, et *au-dessous* à droite.

Nous pouvons maintenant déterminer quelles droites ou paraboles doivent être substituées à une courbe régulière dans des circonstances données, de manière à s'en écarter le moins possible et à rester *avec certitude* d'un côté déterminé de la courbe, soit au-dessus, soit au-dessous.

Considérons tout d'abord la région de la courbe comprise entre deux points donnés M et N, d'abscisses respectives x_1 et $x_2 (x_2 > x_1)$. Si nous ne voulons utiliser que des droites, il faudra employer, suivant le cas, la droite MN, qui reste constamment *au-dessus* de la région considérée de la courbe, où l'ensemble des tangentes en M et N, qui restent constamment *au-dessous*.

Si nous acceptons l'emploi des paraboles du second degré, nous en avons quatre à notre disposition *(fig. 2)*, savoir :

1° Celle que j'appellerai l'auxiliaire supérieure (A_s), qui est tangente à la courbe en M et la coupe en N ;

2° Celle que j'appellerai l'auxiliaire inférieure (A_i), qui coupe la courbe en M et lui est tangente en N ;

3° et 4° Les osculatrices (O_m), (O_n), respectivement en M et N.

L'auxiliaire supérieure et l'osculatrice en N restent toutes deux *au-dessus* de la région considérée de la courbe ; l'auxiliaire inférieure et l'osculatrice en M, toutes deux *au-dessous*. Il est clair que la courbe sera représentée le plus exactement possible,
savoir par excès, par (A_s) de M en S et (O_n) de S en N ; et par défaut par (O_m) de M en Q et par (A_i) de Q en N.

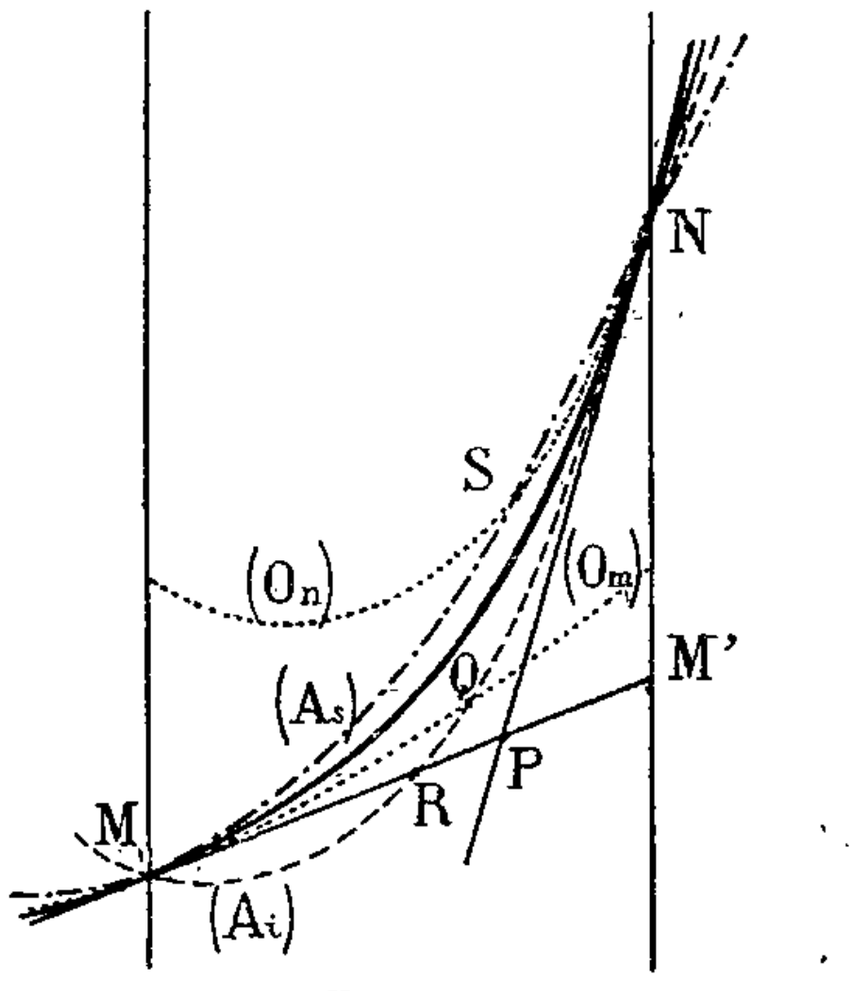


FIG. 2.

Supposons maintenant qu'il s'agisse de substituer à la courbe régulière une droite ou une parabole sur une étendue indéterminée à droite ou à gauche d'un point donné, avec la condition que la droite ou la parabole reste toujours *au-dessus* ou *au-dessous* de la courbe. Il y a deux cas à distinguer :

1° Région *à gauche* du point donné N *(fig. 2)*. La parabole osculatrice en N reste constamment *au-dessus* de la courbe et la tangente en N *au-dessous*. On peut d'ailleurs prendre comme second point donné le point M d'abscisse nulle, ce qui ramènerait au cas précédent.

2° Région *à droite* du point donné M *(fig. 2)*. La tangente en M et la parabole osculatrice en M restent toutes deux *au-dessous* de la courbe, mais on

ne dispose d'aucune droite ou courbe substituable restant constamment *au-dessus*, à moins de se procurer un second point N limitant la région à considérer. Nous verrons plus loin par quels artifices ce résultat peut être obtenu au besoin.

Avant d'appliquer ces considérations à l'objet que nous avons en vue, je démontrerai encore un théorème qui nous sera utile plus loin. On peut l'énoncer ainsi :

Dans toute courbe régulière, de degré supérieur à 2, le point de rencontre P des tangentes en deux points M et N d'abscisses x_1 et x_2, a une abscisse supérieure à $\frac{x_1 + x_2}{2}$, valeur de cette abscisse lorsqu'il s'agit de la parabole du second degré.

En effet, reportons-nous à la figure 2 : la parabole du second degré qui coupe la courbe régulière en N et lui est tangente en M n'est autre que ce que nous avons appelé ci-dessus l'auxiliaire supérieure. Soit MM′ la tangente commune en M à la courbe régulière et à cette auxiliaire supérieure (A_s), R le point de cette tangente qui a pour abscisse $\frac{x_1 + x_2}{2}$: d'après la propriété connue des paraboles du second degré, NR sera la tangente en N à (A_s). Mais (A_s) coupe la courbe en N et passe *au-dessous* pour $x > x_2$: donc, la tangente à la courbe en N est plus redressée vers la verticale que NR et vient couper MM′ en un point P, situé à droite de R, c'est-à-dire d'abscisse plus grande que $\frac{x_1 + x_2}{2}$. C. Q. F. D.

II

Revenons à l'équation (1), et proposons-nous, en utilisant les considérations géométriques développées ci-dessus, de déterminer et de calculer toutes ses racines réelles positives (pour les racines négatives, il suffira évidemment d'appliquer les mêmes méthodes à la transformée en $-x$).

Réunissons en un groupe tous les termes affectés de coefficients positifs, en un autre groupe tous les termes affectés de coefficients négatifs, changés de signe ; soient P et Q ces deux groupes ; l'équation à résoudre sera :

$$\pm f(x) = P - Q = 0, \tag{1}$$

et ses racines seront les abscisses des points d'intersection des deux courbes ayant pour équation : $y = P$, $y = Q$,
courbes qui sont *régulières*, au sens défini ci-dessus, et auxquelles nous

pouvons par conséquent appliquer les résultats obtenus au chapitre I. Pour plus de clarté, nous discuterons d'abord séparément les problèmes particuliers, qui se présentent le plus fréquemment.

A. — *Détermination des racines comprises entre deux valeurs données* x_1 *et* x_2, *pour lesquelles* f(x) *prend des valeurs de signes contraires.*

Le nombre de ces racines est impair. Soient P_1, Q_1, P_2, Q_2, les valeurs que prennent P et Q pour $x = x_1$, $x = x_2$; de même P'_1, Q'_1, P'_2, Q'_2, les valeurs que prennent les dérivées de P et de Q pour les mêmes valeurs de x, et ainsi de suite. Posons $x_2 - x_1 = h$, et désignons par P celui des deux groupes qui a la plus grande valeur pour $x = x_2$; en sorte que l'on ait : $P_2 > Q_2$, $Q_1 > P_1$.

La figure 3, construite en supposant qu'il n'y ait qu'une racine (abscisse de M) entre x_1 et x_2, montre que si on mène les tangentes en Q_1 et P_2 aux courbes régulières Q et P, ainsi que les sécantes P_1P_2, Q_1Q_2, les points d'intersection M', N', seront *nécessairement* compris dans les triangles curvilignes Q_1MP_1, P_2MQ_2, et que leurs abscisses seront par conséquent deux nouvelles limites plus resserrées que x_1 et x_2 et comprenant la même racine (ou les mêmes racines, s'il y en a 3, 5, etc.).

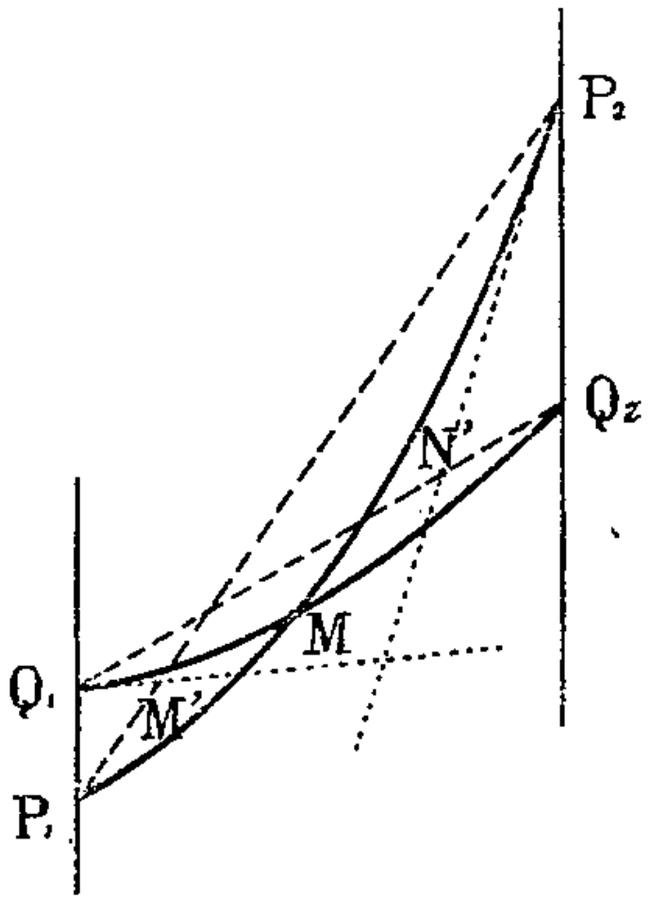


FIG. 3.

En écrivant les équations de ces diverses droites, on trouve que les abscisses de M' et N' sont respectivement :

$$(9)\quad \begin{cases} x'_1 = x_1 + \dfrac{h(Q_1 - P_1)}{P_2 - P_1 - hQ'_1} \\ x'_2 = x_2 - \dfrac{h(P_2 - Q_2)}{hP'_2 - (Q_2 - Q_1)}. \end{cases}$$

Ces formules (9) donnant sans ambiguïté ni incertitude les corrections à apporter à deux limites x_1 et x_2 comprenant entre elles un nombre impair de racines, pour avoir deux limites plus resserrées. Si, en particulier, les racines x_1 et x_2 ne comprennent qu'une seule racine, on en approchera autant qu'on voudra en répétant l'opération un nombre de fois suffisant; pour rendre les calculs plus commodes, on pourra d'ailleurs partir chaque fois de nouvelles limites, l'une inférieure à x'_1 et l'autre supérieure à x'_2.

S'il y a plus d'une racine comprise entre x_1 et x_2, on en sera averti parce que x'_1 et x'_2 ne tendront pas à se confondre; il conviendra alors de diviser l'intervalle $x_2 - x_1$ en deux, dont l'un sera traité par les mêm es procédés

et dont l'autre (où les deux limites donnent le même signe pour les valeurs de $f(x)$) rentrera dans le deuxième cas que nous examinerons plus loin.

Il convient d'ailleurs de remarquer que si l'un des polynômes P, Q, est linéaire en x, les formules (9) donnent comme limites nouvelles, l'une la même valeur que la formule d'approximation de Newton, l'autre celle que fournit la méthode des parties proportionnelles.

Pour établir les formules (9), il a suffi de substituer aux courbes régulières P et Q des droites convenablement choisies ; je les appellerai pour ce motif, des formules linéaires. Mais on peut obtenir une approximation plus rapide en employant les paraboles auxiliaires et osculatrices de la manière suivante :

Soit à trouver une nouvelle limite inférieure dans le triangle Q_1MP_1 *(fig. 3)* ; il suffira de prendre l'intersection de la parabole osculatrice en Q_1 et de la parabole auxiliaire supérieure en P_1. Les équations de ces deux courbes sont respectivement :

$$(10)\quad \begin{cases} \text{Osculatrice :} \quad y = Q_1 + Q(x'_1 - x_1) + \frac{1}{2} Q''_1 (x - x_1)^2 , \\ \text{Auxil}^{\text{re}}\ \text{sup}^{\text{re}} : \quad y = P_1 + P'_1 (x - x_1) + \frac{P_2 - P_1 - hP'_1}{h^2} (x - x_1)^2 . \end{cases}$$

On en déduit, pour les abscisses de leurs intersections :

$$(11)\quad x'_1 = x_1 + h \frac{h(P'_1 - Q'_1) \pm \sqrt{h^2 (P'_1 - Q_1)^2 - 2(Q_1 - P_1)(h^2 Q''_1 + 2hP'_1 - 2(P_2 - P_1)}}{h^2 Q''_1 + 2hP'_1 - 2(P_2 - P_1)} .$$

Et si on prend devant le radical le signe qui donne pour x'_1 la plus petite valeur comprise entre x_1 et x_2, ce sera la nouvelle limite cherchée.

De même, soit à trouver une nouvelle limite supérieure dans le triangle Q_2MP_2. Il suffira de prendre l'auxiliaire inférieure en P_2 et l'osculatrice en Q_2 (si M est supposé plus voisin de Q_2 que de Q_1) ou l'auxiliaire supérieure en Q_2 (dans le cas contraire.) Les équations de ces trois paraboles sont :

$$(12)\quad \begin{cases} \text{Auxiliaire inférieure en } P_2 : \quad y = P_2 + P'_2 (x - x_2) + \frac{hP'_2 - (P_2 - P_1)}{h^2} (x - x_2)^2 . \\ \text{Osculatrice en } Q_2 : \quad y = Q_2 + Q'_2 (x - x_2) + \frac{1}{2} Q''_2 (x - x_2)^2 . \\ \text{Auxiliaire supérieure en } Q_2 : \quad y = Q_2 + \frac{2(Q_2 - Q_1) - Q'_1 h}{h} (x - x_2) + \frac{Q_2 - Q_1 - Q'_1 h}{h} (x - x_2 \end{cases}$$

Les intersections de la première et de la deuxième ont pour abscisses :

$$(13)\quad x'_2 = x_2 - h \frac{(P'_2 - Q'_2)h \pm \sqrt{(P'_2 - Q'_2)^2 h^2 - 2(P_2 - Q_2)\left[(2hP'_2 - h^2 Q''_2 - 2(P_2 - P_1)\right]}}{2hP'_2 - h^2 Q''_2 - 2(P_2 - P_1)} .$$

Les intersections de la première et de la troisième ont pour abscisses :

$$(4)\quad x_2''=x_2-h\,\frac{-2\delta Q+h(P_2'+Q_1')\pm\sqrt{(h(P_2'+Q_1')-2\delta Q)^2-4(P_2-Q_2)[h(P_2'+Q_1')-\delta(P+Q)]}}{2(h(P_2'+Q_1')-\delta(P+Q))},$$

en désignant, pour abréger, par δP, δQ les accroissements $P_2 - P_1$, $Q_2 - Q_1$.

Si l'on prend devant le radical, dans chacune des formules (13) et (14), le signe qui donne pour x_2' et x_2'' la plus grande des racines comprises entre x_1 et x_2, la plus petite des deux valeurs ainsi obtenues sera la nouvelle limite demandée.

Exemple numérique. — Soit donnée l'équation :

$$x^4 - 3x^2 - 7x + 1 = 0,$$

dont on demande la racine comprise entre 0 et 1.

Posons, conformément à ce qui précède :

$$P = 3x^2 + 7x, \qquad Q = x^4 + 1,$$
$$x_1 = 0, \qquad x_2 = 1, \qquad h = 1.$$

On trouve :

$$P_1 = 0, \quad Q_1 = 1, \quad P_1' = 7, \quad Q_1' = 0, \quad P_1'' = 6, \quad Q_1'' = 0.$$
$$P_2 = 10, \quad Q_2 = 2, \quad P_2' = 13, \quad Q_2' = 4, \quad P_2'' = 6, \quad Q_2'' = 12,$$
$$\delta P = 10, \quad \delta Q = 1.$$

Les formules linéaires (9) donnent :

$$x_1' = 0 + \frac{1}{10} = 0,1 \qquad x_2' = 1 - \frac{8}{13-1} = 0,333\ldots$$

Les formules quadratiques (11), (13) et (14) donnent :

$$x_1' = \frac{\sqrt{61}-7}{6} = 0,135\ldots \qquad x_2' = \frac{15-\sqrt{177}}{6} = 0,282\ldots$$

$$x_2'' = \frac{\sqrt{57}-7}{4} = 0,137\ldots$$

x_1' et x_2'' ne diffèrent que par le chiffre des millièmes ; la racine cherchée est donc connue à $\frac{1}{500}$ près.

B. — *Détermination des racines comprises entre deux valeurs données* x_1, x_2, *pour lesquelles* f(x) *prend des valeurs de même signe.*

Ici le nombre des racines est pair et peut être nul. Soit P celui des deux groupes qui prend la plus grande valeur numérique aux deux limites x_1, x_2.

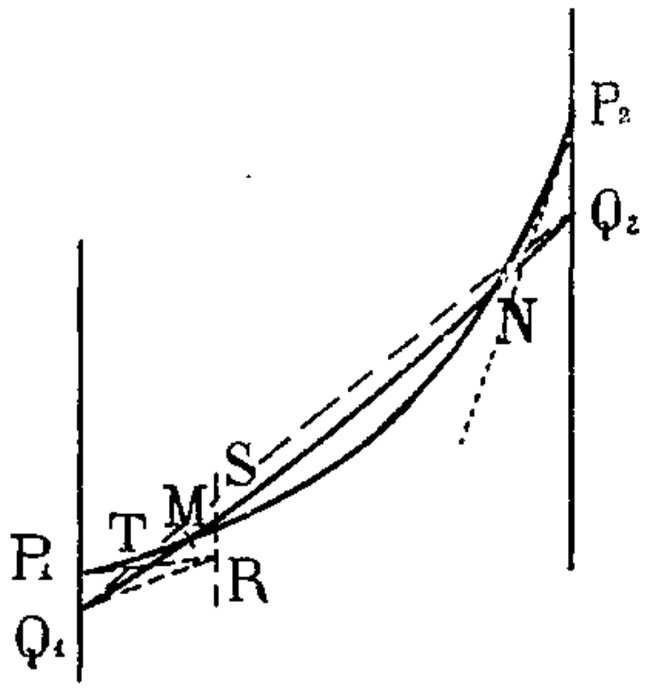


FIG. 4.

A l'inspection de la figure 4, construite pour le cas de deux racines, on voit que la méthode linéaire conduira à considérer les intersections de la corde Q_1Q_2 avec les tangentes en P_1 et P_2. On trouve ainsi très aisément deux nouvelles limites x_1' et x_2', comprenant nécessairement toutes les racines qui peuvent exister entre x_1 et x_2 ; elles sont données sans ambiguïté par les formules linéaires :

$$(15)\quad \begin{cases} x_1' = x_1 + h\,\dfrac{P_1 - Q_1}{Q_2 - Q_1 - hP_1'} \\ x_2' = x_2 - h\,\dfrac{P_2 - Q_2}{hP_2' - (Q_2 - Q_1)} \end{cases}$$

Si ces nouvelles limites sont contradictoires ($x_2' < x_1'$), il n'y a pas de racines dans l'intervalle $x_2 - x_1$; il en est de même si l'une des limites x_1', x_2', tombe en dehors de l'intervalle $x_2 - x_1$, ce qui est d'ailleurs un cas particulier du précédent.

La méthode quadratique sera la même que pour le cas d'un nombre impair de racines, à condition de permuter seulement P et Q dans les formules relatives à la nouvelle limite inférieure (à trouver dans le triangle P_1MQ_1). Nous aurons donc immédiatement pour les expressions des nouvelles limites :

$$(16)\quad x_1' = x_1 + h\,\frac{h(Q_1' - P_1') \pm \sqrt{h^2(Q_1' - P_1')^2 - 2(P_1 - Q_1)(h^2P_1'' + 2hQ_1' - 2\delta Q)}}{h^2P_1'' + 2hQ_1' - 2\delta Q};$$

$$(17)\quad x_2' = x_2 - h\,\frac{h(P_2' - Q_2') \pm \sqrt{h^2(P_2' - Q_2')^2 - 2(P_2 - Q_2)(2hP_2' - h^2Q_2'' - 2\delta P)}}{2hP_2' - h^2Q_2'' - 2\delta P};$$

$$(18)\quad x_2'' = x_2 - h\,\frac{h(P_2' + Q_1') - 2\delta Q \pm \sqrt{\left[h(P_2' + Q_1') - 2\delta Q\right]^2 - 4(P_2 - Q_2)\left(h(P_2' + Q_1') - \delta(P + Q)\right)}}{2\left(h(P_2' + Q_2') - \delta(P + Q)\right)}.$$

Dans ces formules, il faut choisir les signes devant les radicaux de manière à prendre pour x_1' la plus petite valeur comprise entre x_1 et x_2,

pour x_2' et x_2'' la plus grande valeur comprise entre x_1 et x_2, et enfin choisir comme nouvelle limite supérieure celle des deux valeurs ainsi trouvées pour x_2' et x_2'', qui sera la plus petite.

Si les deux nouvelles limites ainsi obtenues sont contradictoires, ou si l'une des trois formules (16), (17), (18) ne donne que des racines placées en dehors de l'intervalle $x_2 - x_1$, ou imaginaires, ou enfin une racine double, il est clair que l'équation proposée ne pourra pas avoir de racines dans l'intervalle $x_2 - x_1$.

Exemple numérique. Soit donnée l'équation :

$$x^4 - 2x^3 - 16x^2 + 22x + 7 = 0,$$

dont on demande les racines comprises entre 1 et 5.

Faisant $x_1 = 1$, $x_2 = 5$, $h = 4$; d'où $P_1 = 30$, $P_2 = 742$, $Q_1 = 18$, $Q_2 = 640$, $P_1' = 26$, $P_2' = 522$, $Q_1' = 38$, $Q_2' = 310$, $P_1'' = 12$, $Q_2'' = 92$, les formules (15) donnent pour nouvelles limites par la méthode linéaire :

$$x_1' = \frac{283}{259} = 1,092 \qquad x_2' = \frac{3461}{733} = 4,722 \ldots$$

Par la méthode quadratique, les formules (16), (17), (18) deviennent :

$$x_1' = \frac{139 + 4\sqrt{1266}}{187} = 1,504\ldots$$

$$x_2' = \frac{47 + \sqrt{1789}}{20} = 4,564\ldots$$

$$x_2'' = \frac{1269 + 4\sqrt{38898}}{453} = 4,543\ldots$$

Les racines sont donc comprises dans l'intervalle 1,504 à 4,543. Si on applique de nouveau les formules (15) en partant de $x_1 = 1,5$ et $x_2 = 4,6$, on trouve pour nouvelles limites $x_1' = 1,518$ et $x_2' = 4,511$. L'intervalle est trop grand pour qu'il soit avantageux de continuer, il vaut mieux le couper en deux, auxquels on appliquera séparément les formules (9) ou (11), (13), (14). Les véritables valeurs des racines cherchées sont d'ailleurs, à $\frac{1}{1000}$ près : 1,586 et 4,414.

C. — *Criterium pour l'existence de racines dans un intervalle donné, (P — Q) ayant le même signe aux deux limites.*

Les formules du numéro précédent permettent, comme il a été dit, de décider s'il peut exister des racines dans l'intervalle $x_2 - x_1$, et on peut en

déduire plusieurs criteria. Je vais en indiquer un autre qui me paraît plus précis.

Dans l'intervalle considéré, substituons à la courbe P son auxiliaire inférieure et à la courbe Q son auxiliaire supérieure. Pour qu'il puisse exister des racines dans cet intervalle, il faut (mais il ne suffit pas, bien entendu) que ces deux courbes auxiliaires s'y coupent elles-mêmes. Leurs équations sont respectivement :

$$(19)\quad \begin{cases} \text{Auxil. inf}^{\text{re}}\text{ à P}: \; y = P_1 + \dfrac{2\delta P - hP'_2}{h}(x-x_1) + \dfrac{hP'_2 - \delta P}{h^2}(x-x_1)^2. \\ \text{Auxil. sup}^{\text{re}}\text{ à Q}: \; y = Q_1 + Q'_1(x-x_1) + \dfrac{\delta Q - hQ'_1}{h^2}(x-x_1)^2. \end{cases}$$

Si on pose $\dfrac{x-x_1}{h} = \varepsilon$, les valeurs de ε correspondant aux points d'intersection de ces deux courbes seront données par l'équation :

$$(20)\quad [h(P'_2+Q'_1) - \delta(P+Q)]\varepsilon^2 + [2\delta P - h(P'_2+Q'_1)]\varepsilon + P_1 - Q_1 = 0.$$

Posons pour abréger :

$$(21)\quad \begin{cases} A = h(P'_2+Q'_1) - \delta(P+Q) \\ B = 2\delta P - h(P'_2+Q'_1) \\ C = P_1 - Q_1. \end{cases}$$

Les racines de (20) satisfaisant aux deux relations :

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = -\frac{B}{A}, \qquad \varepsilon_1\varepsilon_2 = \frac{C}{A},$$

où C est essentiellement positif (car nous supposons bien entendu $P_1 - Q_1 > 0$ en même temps que $P_2 - Q_2 > 0$), il faudra, pour que l'équation $P - Q = 0$, admette des racines entre x_1 et x_2, que ε_1 et ε_2 soient deux quantités réelles, positives et inférieures à l'unité. A, B, C, devront donc satisfaire aux inégalités :

$$(22)\qquad B^2 - 4AC > 0, \qquad A > 0, \qquad B < 0, \qquad A > C.$$

La seconde étant une conséquence de la quatrième, on peut la supprimer.

La première et la troisième donnent, d'autre part :

$$\frac{B^2}{4C} > A > C,$$

ce qui exige que l'on ait :

$$B^2 - 4C^2 > 0,$$

et comme $B - 2C < 0$, à cause de $B < 0$ et $C > 0$, il faut que l'on ait aussi $B + 2C < 0$. Mais alors l'inégalité $B < 0$ sera forcément satisfaite et peut être supprimée. Il reste donc seulement les trois conditions :

$$(23) \qquad B + 2C < 0, \qquad A > C, \qquad B^2 - 4AC > 0.$$

Les deux premières s'écrivent, d'après (21) :

$$(24) \begin{cases} (a) & h(P'_2 + Q'_1) > 2(P_2 - Q_1), \\ (b) & h(P'_2 + Q'_1) > P_2 + Q_2 - 2Q_1. \end{cases}$$

et comme $Q_2 < P_2$, la première, supposée satisfaite, entraîne la seconde ; on peut donc supprimer celle-ci.

La troisième des conditions (23) devient :

$$[2\delta P - h(P'_2 + Q'_1)]^2 - 4(P_1 - Q_1)[h(P'_2 + Q'_1) - \delta(P + Q)] > 0,$$

ce qui est identique, comme on peut le vérifier aisément, à :

$$(25) \qquad [h(P'_2 + Q'_1) - 2(P_2 - Q_1)]^2 > 4(P_1 - Q_1)(P_2 - Q_2).$$

Les deux conditions (24 *a*) et (25), qui subsistent seules, peuvent être réunies en une seule inégalité, savoir :

$$(26) \qquad h(P'_2 + Q'_1) > 2[P_2 - Q_1 + \sqrt{(P_1 - Q_1)(P_2 - Q_2)}] .$$

Cette inégalité constitue le criterium auquel je voulais arriver : il faut qu'elle soit satisfaite pour que l'équation $P - Q = 0$ puisse avoir des racines entre deux valeurs $x_1 x_2$ qui toutes deux rendent $P - Q$ positif.

Il convient de remarquer que l'auxiliaire inférieure à P pouvant s'abaisser notablement au-dessous de P à droite du point P_1 *(fig. 5)*, il pourra arriver qu'elle coupe dans cette région l'auxiliaire supérieure à Q et que l'inégalité (26) soit satisfaite, alors que la formule (16), obtenue en employant l'osculatrice en P_1, donnerait comme limite inférieure des racines de $P - Q$ une valeur supérieure à la plus grande ε_2 des racines de (20). Il y aura donc intérêt, surtout si $P_1 - Q_1$ est petit, à calculer x'_1 par la formule (16), puis ε_2 comme la plus grande racine de (20), et si

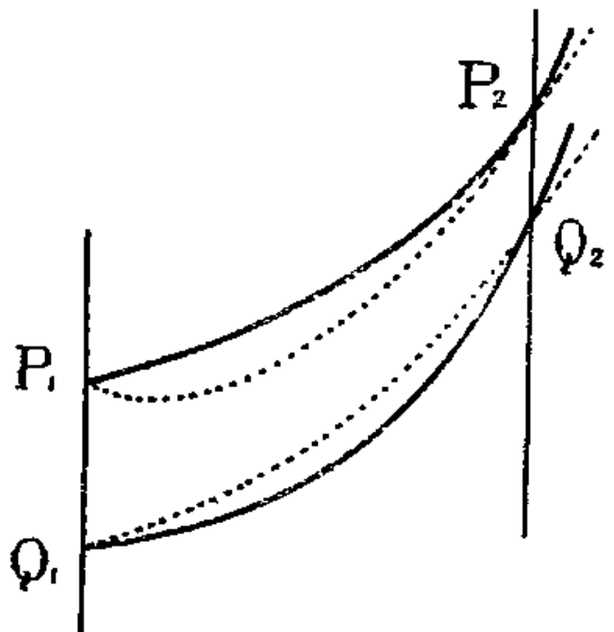


FIG. 5.

$x_1' > x_1 + h\varepsilon_2$, on sera certain que, bien que l'inégalité (26) soit satisfaite, il n'existe pas de racine dans l'intervalle considéré.

Application numérique. — Soit l'équation :

$$x^5 - 20x^3 + 5x^2 + 2x - 4 = 0,$$

dont le premier membre est négatif pour $x = 0, 1, 2, 3$ et 4. On demande de vérifier qu'il n'existe pas de racine entre 0 et 4.

On a ici $P = 20x^3 + 4$, $Q = x^5 + 5x^2 + 2x$. L'inégalité (26), pour les deux limites 0 et 4, devient :

$$4.(960 + 2) > 2.\left(1284 + \sqrt{4.172}\right) \quad \text{ou} \quad 481 > 321 + \sqrt{43}.$$

Elle est satisfaite. Divisons alors en deux intervalles, de 0 à 2, et de 2 à 4. On trouve pour ces deux intervalles respectivement les inégalités :

$$121 > 82 + \sqrt{108}, \qquad 1062 > 1228 + \sqrt{108.172},$$

dont la première seule est satisfaite. Donc il n'y a pas de racine entre 2 et 4. Partageons encore l'intervalle $0 - 2$ en deux, $0 - 1$ et $1 - 2$. Ils donnent les deux inégalités :

$$31 > 32, \qquad 257 > 2\left(156 + \sqrt{16.108}\right)$$

dont aucune n'est satisfaite. Donc il n'existe pas de racine entre 0 et 4,

D. — *Criterium pour l'existence de plus d'une racine dans un intervalle donné ($P - Q$ ayant des signes contraires aux deux limites).*

Pour qu'il puisse exister aux moins trois racines dans un tel intervalle, il faut (mais il ne suffit pas, bien entendu) que l'équation dérivée $P' - Q' = 0$ ait au moins *deux* racines dans cet intervalle. Si donc $P' - Q'$ prend le même signe aux deux limites, on pourra lui appliquer le criterium (26). Si au contraire $P' - Q'$ prend des signes contraires aux deux limites, il faudra que $P' - Q' = 0$ ait au moins *trois racines* dans l'intervalle ; on sera donc conduit à considérer son équation dérivée $P'' - Q'' = 0$, et ainsi de suite. On peut donc formuler la règle suivante :

Pour que l'équation $f(x) = 0$ puisse avoir plus d'une racine entre deux limites x_1 et x_2 pour lesquelles $f(x)$ prend des signes contraires, il faut (mais il ne suffit pas) qui si $f^{(n)}(x)$ est la première des dérivées successives

de $f(x)$ qui prenne le même signe pour x_1 et pour x_2, l'inégalité (26), appliquée à l'équation $f^{(n)}(x) = 0$, soit satisfaite.

Et en généralisant le raisonnement, on arrive au théorème suivant, qui complète à un certain point de vue le théorème de Budan :

Soit $f(x) = 0$ une équation du degré n ; $f'(x)$, $f''(x)$, ... $f^{(n)}(x)$ les polynômes, dérivés successifs de $f(x)$. Disons qu'un polynôme est à permanence ou à variation dans l'intervalle $x_2 - x_1$ (quantités positives) suivant qu'il prend le même signe ou des signes contraires aux deux limites. La série des polynômes $f(x)$, $f'(x)$.. $f^n(x)$ se composera de groupes successifs de polynômes, alternativement à permanence et à variation (chaque groupe pouvant ne contenir qu'un seul polynôme). Pour que l'équation $f(x) = 0$ *puisse* avoir $2p$ ou $2p + 1$ racines dans l'intervalle $x_2 - x_1$, il faut (mais il ne suffit pas) que pour *tous* les polynômes des p premiers groupes à *permanences*, l'inégalité (26) soit satisfaite (on doit, pour appliquer ce théorème, faire *abstraction complète* de ceux des polynômes qui s'annuleraient à l'une des limites ou aux deux).

E. — *Limite inférieure des racines plus grandes qu'un nombre donné.*

Soit x_1 ce nombre et soit $P_1 > Q_1$. Nous distinguerons deux cas.

Premier cas (fig. 4). — Les tangentes en P_1 et Q_1 convergent vers la droite de la figure (c'est-à-dire $P'_1 < Q'_1$). Soit R leur point de rencontre, S un point de la courbe Q d'abscisse au moins égale à celle de R. La sécante Q_1S étant au-dessus de Q, et la tangente P_1R au-dessous de P, le point d'intersection T de ces deux droites (qui existe nécessairement dans le quadrilatère P_1SRQ_1) est compris dans le triangle curviligne P_1MQ_1, et par conséquent l'abscisse T est une limite inférieure des racines supérieures à x_1.

En effectuant le calcul, on trouve pour cette limite :

$$l_1 = x_1 + \frac{(x_2 - x_1)(P_1 - Q_1)}{Q_2 - Q_1 - P'_1(x_2 - x_1)}, \tag{27}$$

x_2 étant pris au moins égal à la quantité α donnée par :

$$\alpha = x_1 + \frac{P_1 - Q_1}{Q'_1 - P'_1}, \tag{28}$$

et Q_2 étant la valeur de Q pour $x = x_2$.

Application. — Reprenons l'équation déjà considérée :

$$x^4 - 3x^2 - 7x + 1 = 0,$$

et cherchons une limite inférieure de ses racines positives. Il faudra faire dans les formules (27) et (28) : $x_1 = 0$, $\quad P = x^4 + 1$, $\quad Q = 3x^2 + 7x$.

On trouvera : $$\alpha = \frac{1}{7};$$

d'où, prenant $x_2 = \alpha_1$, $\quad Q_2 = \frac{52}{49}$, $\quad l_1 = \frac{7}{52} = 0{,}1346\ldots$,

nous avons vu que la plus petite racine positive est comprise entre 0,135 et 0,137. La limite fournie par les formules (27) et (28) est donc très approchée.

On pourrait aussi prendre pour α l'abscisse du premier point d'intersection des paraboles osculatrices en P_1 et Q_1, c'est-à-dire la plus petite valeur donnée par la formule (6) qui soit supérieure à x_1 ; ou encore l'abscisse du point d'intersection de la tangente en P_1 avec la parabole osculatrice en Q_1, ce qui reviendrait à négliger P_1'' et à remplacer $f''(x_0)$ par $-Q_0'$ dans la formule (6). — C'est ainsi qu'il faut nécessairement procéder lorsque P est linéaire, et que $P_1' \geqslant Q_1'$.

Dans l'exemple ci-dessus, on trouverait par la formule (6) :

$$\alpha = \frac{\sqrt{61} - 7}{6} = 0{,}135\ldots,$$

d'où, prenant $x_2 = \alpha_1$, $Q_2 = 1$, et $l_1 = \alpha = 0{,}135\ldots$, ce qui est naturel puisque Q étant ici du second degré seulement, se confond avec son osculatrice en un point quelconque.

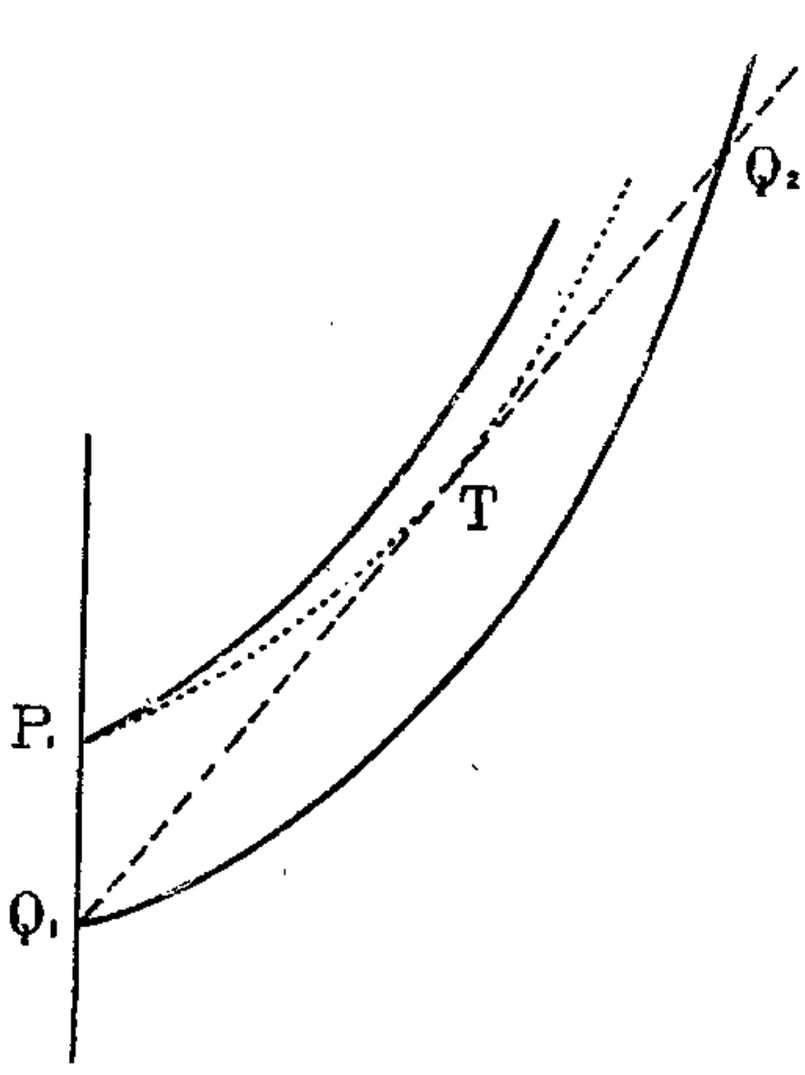


FIG. 6.

Deuxième cas. — Les tangentes en P_1, Q_1, sont parallèles ou divergentes, ou ne convergent qu'à une distance très grande à droite de Q_1.

Considérons alors l'osculatrice en P_1, et menons-lui *(fig. 6)* de Q_1 une tangente Q_1T, qui viendra nécessairement couper de nouveau la courbe Q en un point Q_2 : l'abscisse de ce point sera évidemment une limite inférieure des racines supérieures à x_1. Il faut toutefois que Q_1TQ_2 ait son coefficient angulaire $\lambda > Q_1'$.

L'équation de Q_1T est d'ailleurs :

$$y = Q_1 + (x - x_1)\left(P_1' + \sqrt{2\,P_1''\,(P_1 - Q_1)}\right)$$

et par conséquent l'abscisse du point Q_2 est la racine de l'équation :

$$\frac{Q - Q_1}{x - x_1} = P'_1 + \sqrt{2P''_1 (P_1 - Q_1)}. \tag{29}$$

Le premier membre de cette équation est un polynôme en x de degré inférieur d'une unité à celui de Q, et dont tous les termes sont positifs : l'équation (29) n'a donc qu'une racine positive, dont il sera toujours facile de trouver une valeur approchée *par défaut* au moyen de quelques substitutions successives ; et cette valeur sera la limite cherchée.

La formule (29) devient illusoire si $P''_1 = 0$. Dans ce cas, soit $P^{(n)}$ la première des dérivées successives d'ordres 2, 3, 4,... de P qui ne s'annule pas pour $x = x_1$; et au lieu de la parabole osculatrice du second degré, considérons celle de degré n. Il est facile de vérifier que la tangente menée de Q_1 à cette nouvelle parabole aura pour coefficient angulaire :

$$\lambda = P'_1 + \frac{1}{n-1} \sqrt[n]{\frac{n^{n-1} (P_1 - Q_1)^{n-1} P^{(n)}_1}{n-2!}}$$

en appelant $P^{(n)}_1$ la valeur pour $x = x_1$ de la dérivée $n^{ième}$ de P. La limite cherchée sera alors la racine unique de l'équation :

$$\frac{Q - Q_1}{x - x_1} = P'_1 + \frac{1}{n-1} \sqrt[n]{\frac{n^{n-1} (P_1 - Q_1)^{n-1} P^{(n)}_1}{n-2!}}. \tag{30}$$

Application. — Soit donnée l'équation (qui est traitée dans la *Théorie des équations algébriques* de M. Petersen) :

$$x^8 - x^7 + 5x^6 - 15x^5 - 47x^4 + x^3 - 711x^2 - 313x + 1 = 0, \tag{31}$$

dont on demande une limite supérieure des racines positives. Il suffit de poser $x = \frac{1}{y}$, et de chercher une limite inférieure des racines positives de l'équation en y, qui sera : $P - Q = 0$,

où

$$P = y^8 + y^5 + 5y^2 + 1,$$

$$Q = 313y^7 + 711y^6 + 47y^4 + 15y^3 + y.$$

La limite cherchée sera donc l'inverse de la racine de l'équation (29), qui devient ici :

$$313y^6 + 711y^5 + 47y^3 + 15y^2 = 2\sqrt{5} - 1,$$

ou encore la racine de l'équation inverse :

$$(2\sqrt{5}-1)\,x^6 = 15x^4 + 47x^3 + 711x + 313.$$

On trouve aisément que cette racine est comprise entre 3 et 4. Donc 4 est, en nombres entiers, la limite supérieure cherchée. Les méthodes connues donnent 5, qui est une limite trop élevée.

III

Proposons-nous de séparer et de calculer, au moyen des méthodes indiquées ci-dessus, *toutes* les racines réelles d'une équation algébrique donnée.

Prenons par exemple l'équation (31) traitée dans l'ouvrage de M. Petersen :

$$(31)\quad x^8 - x^7 + 5x^6 - 15x^5 - 47x^4 + x^3 - 711x^2 - 313x + 1 = 0.$$

La règle de Descartes nous apprend qu'il peut y avoir six racines positives et deux négatives.

Racines positives. — Nous avons déjà trouvé ci-dessus 4 pour limite supérieure des racines positives. Pour trouver une limite inférieure, appliquons les formules du paragraphe E du chapitre II, pour $x_1 = 0$. Il faut prendre :

$$P = x^8 + 5x^6 + x^3 + 1, \qquad Q = x^7 + 15x^5 + 47x^4 + 711x^2 + 313x,$$

d'où :

$$P' = 8x^7 + 30x^5 + 3x^2 \qquad Q' = 7x^6 + 75x^4 + 188x^3 + 1422x + 313.$$

Q'_1 étant $> P'_1$, ce sont les formules (27) et (28) qui sont applicables. Cette dernière donne :

$$\alpha = \frac{1}{313} = 0{,}0031\ldots$$

et comme la limite l_1 donnée par (27) est nécessairement inférieure à α, on voit qu'il doit exister une racine positive peu supérieure à 0. Et en effet pour $x = 1$, on trouve $P - Q = 8 - 1087 = -1079$. Il y a donc entre 0 et 1 au moins une racine. Pour savoir s'il y en a plus d'une, comme $P' - Q'$ a le même signe (négatif), pour $x = 0$ et $x = 1$, nous pouvons appliquer à l'équation dérivée $P' - Q' = 0$, le criterium (26), et il faudra y remplacer P, Q, P′, Q′, respectivement par Q′, P′, Q″, P″.

Le criterium devient alors :

$$h(Q''_2 + P''_1) > 2\left[Q'_2 - P'_1 + \sqrt{(Q'_1 - P'_1)(Q'_2 - P'_2)}\right],$$

c'est-à-dire : $$2328 > 2\left[2005 + \sqrt{313 \cdot 1964}\right].$$

Cette inégalité n'étant pas satisfaite, $P' - Q' = 0$ ne peut pas avoir de racines entre 0 et 1, donc P — Q ne peut en avoir qu'une seule dans cet intervalle; cette racine se trouve ainsi séparée, et on peut la calculer en partant des limites 0 et 1 par les formules du paragraphe A du chapitre II.

Les formules linéaires (9) donnent, comme première approximation, en partant de $x_1 = 0$, $x_2 = 1$:

$$x'_1 = \frac{1}{1087} = 0{,}00091\ldots \qquad x'_2 = \frac{919}{1998} = 0{,}459\ldots;$$

comme seconde approximation, en partant de 0 et 0,5 :

$$x''_1 = \frac{1}{675{,}33} = 0{,}00148\ldots \qquad x''_2 = 0{,}1801\ldots;$$

comme troisième approximation, en partant de 0 et 0,2 :

$$x''' = 0{,}00219\ldots \qquad x'''_2 = 0{,}049\ldots$$

et enfin comme quatrième, en partant de 0 et de 0,05 :

$$x^{\text{IV}}_1 = 0{,}002869\ldots \qquad x^{\text{IV}}_2 = 0{,}007234\ldots$$

On peut donc prendre comme valeur approchée de cette racine 0,003, et continuer, si on le désire, par la méthode de Newton.

Étudions maintenant l'intervalle 1 — 4.

Pour les valeurs successives 1, 2, 3, 4, on trouve que P — Q prend les valeurs — 1075, — 4235, — 6453, + 29677. Appliquons le criterium (26) à l'intervalle 1 — 3, en faisant $h = 2$; il deviendra ici :

$$Q'_3 + P'_1 > Q_3 - P_1 + \sqrt{(Q_1 - P_1)(Q_3 - P_3)}.$$

c'est-à-dire :

$$20833 + 41 > 16777 - 1 + \sqrt{1075 \times 6453}.$$

Cette inégalité est satisfaite. Considérons alors séparément les intervalles 1 — 2 et 2 — 3. Le premier donne l'inégalité :

$$Q'_2 + P'_1 > 2\left(Q_2 - P_1 + \sqrt{(Q_1 - P_1)(Q_2 - P_2)}\right),$$

c'est-à-dire :

$$6309 + 41 > 2(4820 - 1 + \sqrt{4235 \times 1075}),$$

qui n'est évidemment pas satisfaite. Le second donne :

$$Q'_3 + P_2 > 2(Q_3 - P_2 + \sqrt{(Q_2 - P_2)(Q_3 - P_3)}),$$

c'est-à-dire :

$$20833 + 1996 > 2(16777 - 585 + \sqrt{4235 \times 6453}),$$

qui n'est évidemment pas satisfaite non plus.

Il n'existe donc pas de racines dans l'intervalle 1 — 3.

Reste l'intervalle 3 — 4, où il peut en exister une, trois ou cinq. Pour savoir s'il y en a plus d'une, appliquons la règle du paragraphe D. Les valeurs de $P' - Q'$ pour $x = 3$ et $x = 4$ sont respectivement + 3980, + 95935, c'est-à-dire de même signe. Écrivons-donc l'inégalité :

$$P''_4 + Q''_3 > 2[P'_4 - Q'_3 + \sqrt{(P' - Q'_3)(P' - Q'_4)}],$$

c'est-à-dire :

$$267800 + 24804 > 2[161840 - 20833 + \sqrt{3980.95935}].$$

Elle n'est pas satisfaite : il n'existe donc qu'une racine dans l'intervalle 3 — 4.

Pour réduire le champ des recherches, calculons comme au § E une limite inférieure des racines supérieures à 3. Les valeurs de P'_3, Q'_3 étant 24813, 20833, c'est-à-dire peu différentes, il convient d'appliquer la seconde méthode, et de prendre pour limite cherchée la racine positive unique de l'équation :

$$\frac{P - P_3}{x - 3} = Q'_3 + \sqrt{2Q''_3(Q_3 - P_3)}$$

qui, tous calculs faits, se réduit ici à :

$$x^7 + 3x^6 + 14x^5 + 42x^4 + 126x^3 + 379x^2 + 1137x = 35438.$$

Nous savons d'avance que cette racine est comprise entre 3 et 4; et en effet les valeurs du premier membre pour $x = 3$ et $x = 4$ sont respectivement 21402 et 72436. Comme ce premier membre est l'ordonnée d'une courbe régulière, nous pouvons la remplacer par sa corde entre les points d'abscisses 3 et 4, et nous serons certains d'obtenir *a fortiori* une limite inférieure : le calcul donne 3,27.

Bornons-nous donc à examiner l'intervalle 3,2 — 4, où nous savons qu'il existe une racine et une seule. L'application des formules (9) donne :

1re approximation, en partant de $x_1 = 3{,}2$, $x_2 = 4$:

$$x'_1 = 3{,}303\ldots \qquad x'_2 = 3{,}750\ldots$$

2e approximation, en partant de $x_1 = 3{,}3$ et $x_2 = 3{,}8$:

$$x''_1 = 3{,}38426\ldots \qquad x''_2 = 3{,}614\ldots$$

3e approximation, en partant de 3,4 et 3,6, (ce qui sera justifié si P — Q a encore des signes contraires pour ces deux points de départ) :

$$x'''_1 = 3{,}4588\ldots \qquad x'''_2 = 3{,}5077\ldots$$

On pourra donc prendre 3,48 comme valeur approchée à $\frac{3}{100}$ près, et continuer par la méthode de Newton.

Racines négatives. — La transformée en $-x$ est :

$$(32)\quad x^8 + x^7 + 5x^6 + 15x^5 - 47x^4 - x^3 - 711x^2 + 313x + 1 = 0.$$

Cherchons tout d'abord une limite inférieure des racines, et posons à cet effet :

$$P = x^8 + x^7 + 5x^6 + 15x^5 + 313x + 1, \qquad Q = 47x^4 + x^3 + 711x^2.$$
$$P' = 8x^7 + 7x^6 + 30x^5 + 75x^4 + 313, \qquad Q' = 188x^3 + 3x^2 + 1422x.$$

Comme P′ est beaucoup plus grand que Q′ pour $x = 0$, il faut appliquer la formule (30) en y faisant $n = 5$, puisque la première des dérivées de P, d'ordre supérieur au premier, qui ne s'annule pas pour $x = 0$, est celle d'ordre 5 qui prend la valeur 1800. Cette formule donne ici :

$$47x^3 + x^2 + 711x = 313 + \frac{1}{4}\sqrt[5]{\frac{5^4.1.1800}{1.2.3}} = 313 + \frac{5}{4}\sqrt[5]{60} = 315{,}835\,;$$

équation dont la racine est comprise entre 0 et 1 ; en appliquant la formule (9) à cet intervalle, on trouve pour valeur approchée de cette racine, par défaut :

$$\frac{315{,}834}{759} = 0{,}416\,,$$

et si on applique la formule (11) :

$$\frac{-711 + \sqrt{711^2 + 2.96.315{,}835}}{96} = 0{,}431.$$

On peut donc prendre 0,43 comme limite inférieure des racines de (31).

Pour obtenir une limite supérieure, posons $x = \frac{1}{y}$; l'équation devient:

$$y^8 + 313y^7 - 711y^6 - y^5 - 47y^4 + 15y^3 + 5y^2 + y + 1 = 0.$$

Ici il faut poser :

$$P = y^8 + 313y^7 + 15y^3 + 5y^2 + y + 1, \quad Q = 711y^6 + y^5 + 47y^4,$$
$$P' = 8y^7 + 2191y^6 + 45y^2 + 10y + 1, \quad Q' = 4266y^5 + 5y^4 + 188y^3.$$

P'_0 étant supérieur à Q'_0, c'est encore la formule (29) qui sera applicable ; elle donne ici :

$$711y^5 + y^4 + 47y^3 = 1 + \sqrt{2.10.1} = 1 + 2\sqrt{5} = 5,472136.$$

Si on pose successivement $y = 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}$, on trouve pour le premier membre les valeurs 760, $\frac{901}{32}$, $\frac{1137}{243}$, dont la dernière seule 4,67... est inférieure au second membre. Donc 3 est, en nombres entiers, la limite supérieure des racines de (31).

Les valeurs du premier membre de (31) pour $x = 0$, 1, 2 et 3 sont respectivement 1, — 423, — 1793, + 6745. Les deux seules racines positives existantes sont donc comprises l'une entre 0,43 et 1, l'autre entre 2 et 3.

Occupons-nous de la première, et appliquons les formules (9), (11), (13), (14), à l'intervalle 0,4 — 1. Il faut faire ici, en échangeant P et Q :

$x_1 = 0,4$, $x_2 = 1$, $h = 0,6$, $P_1 = 115,0272$, $P'_1 = 581,312$. $Q_1 = 126,37637$, $Q'_1 = 315,269$, $Q''_1 = 23,7$. $P_2 = 759$, $Q_2 = 336$, $P'_2 = 1613$, $Q'_2 = 433$, $P''_2 = 1992$, $Q''_2 = 548$. Les formules linéaires (9) donnent :

$$x'_1 = 0,4147..., \qquad x'_2 = 0,6653,$$

La formule (11) donne :

$$x'_1 = 0,4322,$$

et les formules (13) et (14) :

$$x'_2 = 0,515, \qquad x''_2 = 0,603...$$

La racine cherchée est donc comprise entre 0,432 et 0,515. Appliquons encore les formules (9) en partant de 0,43 et 0,52. On trouve ainsi pour nouvelle limite :

$$x''_1 = 0,43696... \qquad x''_2 = 0,47238...$$

Il est dès lors indiqué de partir de 0,44 et 0,47; mais on trouve que P — Q, qui était positif pour $x = 0$, est déjà devenu négatif pour $x = 0{,}44$. La racine est donc comprise entre 0,43696 et 0,44, et connue ainsi à $\frac{2}{1000}$ près. En continuant le calcul par une méthode quelconque, on trouve pour sa valeur 0,43849... à $\frac{7}{100000}$ près.

Occupons-nous maintenant de la seconde racine de (31), comprise entre 2 et 3. En partant de ces deux limites, les formules (9), (11), (13), (14) donnent respectivement comme nouvelles limites :

$$x_{,1} = 2{,}14\ldots \qquad x'_2 = 2{,}734\ldots$$
$$x''_1 = 2{,}416\ldots \qquad x''_2 = 2{,}713\ldots \qquad x'''_2 = 2{,}730\ldots$$

Pour obtenir des limites plus resserrées, on peut alors partir de 2,4 et 2,7. Les formules (9) donnent alors :

$$x'_1 = 2{,}5428\ldots \qquad x'_2 = 2{,}6144\ldots$$

On peut donc prendre 2,6 comme valeur approchée à moins de $\frac{1}{200}$ près, et continuer par la méthode de Newton.

En résumé, il a été établi que l'équation (30) possède : deux racines positives, comprises l'une entre 0,0028 et 0,0073, l'autre entre 3,458 et 3,508; deux racines négatives, comprises l'une entre — 0,436 et — 0,473, l'autre entre — 2,5428 et — 2,6144, et enfin par conséquent quatre racines imaginaires.

IV

Les méthodes qui viennent d'être développées supposent seulement que le premier membre de l'équation donnée puisse être décomposé en deux parties, dont chacune conserve constamment le même signe, ainsi que toutes ses dérivées successives, lorsque la variable prend toutes les valeurs positives comprises dans l'intervalle dans lequel on recherche les racines. Elles seront donc applicables à toute équation transcendante qui remplira ces conditions. Je vais en donner quelques exemples.

1° Soit l'équation :

$$x^x = A. \tag{32}$$

A étant un nombre positif supérieur à 1.

Posons $x = \dfrac{1+z}{1-z}$; soit M le module des logarithmes vulgaires; l'équation (32) devient :

$$2M\frac{(1+z)}{1-z}\left\{\frac{z}{1}+\frac{z^3}{3}+\frac{z^5}{5}+\ldots\right\}-\log A=0,$$

ou : $$2M(1+z)\left[\frac{z}{1}+\frac{z^3}{3}+\frac{z^5}{5}+\ldots\right]+z\log A-\log A=0.$$

Le premier membre est ainsi décomposé en deux polynômes réguliers. Cherchons deux limites de la racine évidemment unique, en posant comme au § E du chapitre II :

$$P=\log A, \qquad Q=z\log A+2M(1+z)\left[\frac{z}{1}+\frac{z^3}{3}+\ldots\right].$$

d'où : $P'=0$, $\quad Q'=\log A+2M\left[1+2z+z^2+\frac{4}{3}z^3+z^5+\ldots\right]$.

D'après la première méthode, si on pose :

$$\alpha=0+\frac{P_0-Q_0}{Q_0'-P_0'}=\frac{\log A}{2M+\log A},$$

$$\beta=\frac{\alpha\log A}{\alpha\log A+2M(1+\alpha)\left[\frac{\alpha}{1}+\frac{\alpha^3}{3}+\ldots\right]}.$$

La racine de (32) sera comprise entre les deux limites :

$$l_1=\frac{1+\alpha}{1-\alpha}, \qquad l_2=\frac{1+\beta}{1-\beta},$$

ce qui donne, tous calculs faits :

$$(33)\qquad l_2=1+\frac{1}{M}\log A, \qquad l_1=1+\frac{(\log A)^2}{(M+\log A)\log l_1}.$$

Exemple. — Soit $A=27$, qui correspond à la racine exacte 3. On trouve :

$$l_2=4{,}296, \qquad l_1=2{,}734\ldots$$

Si on emploie la formule (6), on trouve les deux limites plus resserrées :

$$(34)\quad\begin{cases} l_2=\dfrac{2M+\log A+\sqrt{(2M+\log A)^2+8M\log A}}{4M}, \\ l_1=1+\dfrac{(l_2-1)\log A}{l_2\log l_2}. \end{cases}$$

Dans l'exemple ci-dessus, les formules (34) donnent :

$$l_2 = 3{,}1681, \qquad l_1 = 2{,}956.$$

Si l'on suppose $A = e^{\frac{3\pi}{2}}$, ces mêmes formules donnent :

$$l_2 = 4{,}127\ \ldots, \qquad l_1 = 3{,}522\ \ldots$$

La valeur donnée par Bertrand dans son *Algèbre* est : 3,644173675 ...

On continuera ensuite le calcul en partant des limites données par (33) ou (34) et appliquant les formules (9).

2° Soit l'équation :

$$(35) \qquad e^x - e^{-x} - mx = 0,$$

m étant positif, > 2.

En développant e^x et e^{-x} et divisant par x pour supprimer la racine évidente zéro, l'équation (35) devient :

$$(36) \qquad 2\left[1 + \frac{x^2}{3!} + \frac{x^4}{5!} + \ldots\right] - m = 0.$$

Cherchons, par la première méthode du paragraphe E du chapitre II, deux limites pour la racine. Il faudra poser :

$$P = \frac{m-2}{2}, \qquad Q = \frac{x^2}{3!} + \frac{x^4}{5!} + \ldots = \frac{1}{2x}(e^x - e^{-x}) - 1,$$

d'où : $P' = 0$, $\quad Q' = \frac{2x}{3!} + \frac{4x^3}{5!} + \ldots = \frac{(x-1)e^x + (x+1)e^{-x}}{2x^2}$,

$$Q'' = \frac{1}{3} + \frac{3.4x^2}{5!} + \ldots$$

On trouve pour les limites supérieure et inférieure de la racine :

$$(37) \quad l_2 = \sqrt{3(m-2)}, \quad l_1 = \frac{1}{12}\left[e^{\sqrt{3(m-2)}} - e^{-\sqrt{3(m-2)}} - 2\sqrt{3(m-2)}\right].$$

Ou encore, en remarquant que (36) ne comprend que des puissances paires de x, en sorte qu'on peut y poser $x^2 = z$ et opérer ainsi sur la parabole osculatrice du quatrième ordre :

$$(38) \quad \begin{cases} l_2 = \sqrt{2\left(\sqrt{5(3m-1)} - 5\right)}, \\ l_1 = l_2 \dfrac{\sqrt{(m-2)l_2}}{\sqrt{e^{l_2} - e^{-l_2} - 2l_2}}. \end{cases}$$

Pour $m = 5{,}284$, les formules (37) donnent :

$$l_2 = 3{,}12 \ldots \qquad l_1 = 1{,}364 \ldots$$

et les formules (38) :

$$l_2 = 2{,}68 \ldots \qquad l_1 = 2{,}622 \ldots$$

L'*Algèbre* de Bertrand donne pour la racine la valeur 2,64089 ...

M. Éléonor FONTANEAU

Ancien Officier de marine, à Limoges.

DU MOUVEMENT STATIONNAIRE DES LIQUIDES *(suite)* [S 2]

— Séance du 11 septembre —

II

1. — J'ai donné (Congrès de Paris, 1900) les équations de condition que doivent vérifier les arguments β, γ des vélocites d'un liquide en mouvement pour que les équations de Helmholtz se réduisent à celles-ci :

$$(1) \quad \frac{d\mathrm{L}}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L} = 0, \quad \frac{d\mathrm{M}}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M} = 0, \quad \frac{d\mathrm{N}}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N} = 0,$$

dans le cas spécial où l'on aurait :

$$(2) \qquad \frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_1} + \frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_2} + \frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_3} = f^2(\beta, \gamma),$$

en désignant par D le déterminant fonctionnel des quantités α, β, γ et α_1, α_2, α_3 les quotients différentiels par rapport à x, y, z de la première. Cette restriction n'est pas nécessaire et il y a des cas où il n'y a pas lieu de l'appliquer comme on peut s'en assurer par l'examen du mouvement dû au système monorthogonal de coordonnées curvilignes qui a pour équations :

$$\alpha = \frac{2z^2 - x^2 - y^2}{z}, \qquad \beta = \frac{y}{x}, \qquad \gamma = (4z^2 + x^2 + y^2)x^2.$$

On n'aura donc en général à intégrer que deux équations simultanées aux dérivées partielles du second ordre ; mais comme le premier membre de l'équation (2) y figure explicitement ; comme il désigne la vitesse du liquide élevée au carré, lorsqu'on remplace par l'unité la fonction E, il peut être utile de lui attribuer *a priori* et parfois comme donnée par l'expérience, une valeur déterminée. Dans ce cas, l'hypothèse définie par l'équation (2) est d'autant plus naturelle qu'elle se présente dans les intégrations les plus générales que l'on ait encore effectuées des équations de l'Hydrodynamique; lorsque les trajectrices du liquide sont parallèles à une même direction, ou encore quand ce sont des cercles concentriques et d'axe commun.

Si dans l'équation (2) on suppose donnée la fonction γ, la détermination de β résultera de l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre. Ce calcul peut être effectué par la méthode de Cauchy, dans des cas particuliers et spécialement dans les deux, définis par l'une ou l'autre des équations :

$$\gamma = \varphi(x, y), \qquad \gamma = ax + by + cz.$$

Généralement d'ailleurs, on peut transformer l'équation (2) en une autre, où n'entrent que deux variables indépendantes et la réduire ainsi à la plus simple des équations aux dérivées partielles du premier ordre non linéaires, celle de Lagrange et Charpit.

Dans ce but je substitue aux variables indépendantes x, y, z les coordonnées curvilignes γ, u, v, dont les deux dernières pourraient être prises à volonté, mais pour lesquelles j'adopte les paramètres de deux séries distinctes de surfaces orthogonales aux vélocites γ. Ces inconnues se déterminent, comme on sait, en intégrant les équations différentielles simultanées :

$$\frac{\frac{dx}{d\gamma}}{\frac{dx}{dx}} = \frac{\frac{dy}{d\gamma}}{\frac{dy}{dy}} = \frac{\frac{dz}{d\gamma}}{\frac{dz}{dz}},$$

et elles doivent satisfaire aux relations :

$$(3) \qquad \gamma_1 u_1 + \gamma_2 u_2 + \gamma_3 u_3 = 0, \qquad \gamma_1 v_1 + \gamma_2 v_2 + \gamma_3 v_3,$$

où l'on a remplacé les quotients différentiels des fonctions γ, u, v par ces fonctions affectées des indices 1, 2, 3.

La fonction β dépend alors de γ, u, v et il vient :

$$(4) \quad \begin{cases} \dfrac{d\beta}{dx} = \dfrac{d\beta}{d\gamma}\gamma_1 + \dfrac{d\beta}{du}u_1 + \dfrac{d\beta}{dv}v_1, \qquad \dfrac{d\beta}{dy} = \dfrac{d\beta}{d\gamma}\gamma_2 + \dfrac{d\beta}{du}u_2 + \dfrac{d\beta}{dv}v_2, \\ \dfrac{d\beta}{dz} = \dfrac{d\beta}{d\gamma}\gamma_3 + \dfrac{d\beta}{du}u_3 + \dfrac{d\beta}{dv}v_3. \end{cases}$$

puis

$$(5)\quad \begin{cases} \dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1} = \dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dz} - \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dy} = \dfrac{d\mathrm{W}}{du_1}\dfrac{d\beta}{dv} - \dfrac{d\mathrm{W}}{dv_1}\dfrac{d\beta}{du}, \\ \dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2} = \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dx} - \dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{d\gamma}{dz} = \dfrac{d\mathrm{W}}{du_2}\dfrac{d\beta}{dv} - \dfrac{d\mathrm{W}}{dv_2}\dfrac{d\beta}{du}, \\ \dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3} = \dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{d\gamma}{dy} - \dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dx} = \dfrac{d\mathrm{W}}{du_3}\dfrac{d\beta}{dv} - \dfrac{d\mathrm{W}}{dv_3}\dfrac{d\beta}{du}, \end{cases}$$

en posant :

$$(6)\quad \begin{vmatrix} \gamma_1 & \gamma_2 & \gamma_3 \\ u_1 & u_2 & u_3 \\ v_1 & v_2 & v_3 \end{vmatrix} = \mathrm{W}.$$

Par suite des expressions (5), l'équation (2) devient :

$$(7)\quad \begin{cases} \left(\dfrac{d\mathrm{W}_2}{du_1} + \dfrac{d\mathrm{W}_2}{du_2} + \dfrac{d\mathrm{W}_2}{du_3}\right)\dfrac{d\beta_2}{dv} + \left(\dfrac{d\mathrm{W}_2}{dv_1} + \dfrac{d\mathrm{W}_2}{dv_2} + \dfrac{d\mathrm{W}_2}{dv_3}\right)\dfrac{d\beta_2}{du} \\ -2\left(\dfrac{d\mathrm{W}}{du_1}\dfrac{d\mathrm{W}}{dv_1} + \dfrac{d\mathrm{W}}{du_2}\dfrac{d\mathrm{W}}{dv_2} + \dfrac{d\mathrm{W}}{du_3}\dfrac{d\mathrm{W}}{dv_3}\right)\dfrac{d\beta}{dv}\dfrac{d\beta}{du} = f^2(\beta, \gamma), \end{cases}$$

et

$$(8)\quad \begin{cases} (\gamma_1^2 + \gamma_2^2 + \gamma_3^2)\Big[(v_1^2 + v_2^2 + v_3^2)\dfrac{d\beta_2}{dv} + (u_1^2 + u_2^2 + u_3^2)\dfrac{d\beta_2}{du} \\ \qquad + 2(u_1v_1 + u_2v_2 + u_3v_3)\dfrac{d\beta}{du}\dfrac{d\beta}{dv}\Big] = f^2(\beta, \gamma), \end{cases}$$

en ayant égard aux relations :

$$(9)\quad \begin{cases} \dfrac{d\mathrm{W}^2}{du_1} + \dfrac{d\mathrm{W}_2}{du_2} + \dfrac{d\mathrm{W}_2}{du_3} = (\gamma_1^2 + \gamma_2^2 + \gamma_3^2)(v_1^2 + v_2^2 + v_3^2), \\ \dfrac{d\mathrm{W}_2}{dv_1} + \dfrac{d\mathrm{W}^2}{dv_2} + \dfrac{d\mathrm{W}^2}{dv_3} = (\gamma_1^2 + \gamma_2^2 + \gamma_3^2)(u_1^2 + u_2^2 + u_3^2), \\ \dfrac{d\mathrm{W}}{du_1}\dfrac{d\mathrm{W}}{dv_1} + \dfrac{d\mathrm{W}}{du_2}\dfrac{d\mathrm{W}}{dv_2} + \dfrac{d\mathrm{W}}{du_3}\dfrac{d\mathrm{W}}{dv_3} = -(\gamma_1^2 + \gamma_2^2 + \gamma_3^2)(u_1v_1 + u_2v_2 + u_3v_3). \end{cases}$$

On a encore :

$$(10)\quad \frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1} + \frac{d\mathrm{W}}{du_2}\frac{d\mathrm{W}}{dv_2} + \frac{d\mathrm{W}}{du_3}\frac{d\mathrm{W}}{dv_3} = 0,$$

lorsque les surfaces u, v sont orthogonales les unes aux autres et généralement :

$$(11)\quad \frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d\mathrm{W}}{du_1} + \frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_2}\frac{d\mathrm{W}}{du_2} + \frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_3}\frac{d\mathrm{W}}{du_3} = 0, \qquad \frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1} + \frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_2}\frac{d\mathrm{W}}{dv_2} + \frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_3}\frac{d\mathrm{W}}{dv_3} = 0.$$

2. — Ce mode de transformation peut être appliqué aux expressions suivantes :

$$
(12)\quad \left\{\begin{aligned}
2\Lambda_1 &= 2L\frac{d\beta}{dx} + 2M\frac{d\beta}{dy} + 2N\frac{d\beta}{dz} = \left(\frac{dD_2}{d\alpha_1} + \frac{dD_2}{d\alpha_2} + \frac{dD_2}{d\alpha_3}\right)\frac{dE}{d\gamma}\\
&\quad + \left[\frac{d\beta}{dy}\frac{d}{dz}\frac{dD}{d\alpha_1} - \frac{d\beta}{dz}\frac{d}{dy}\frac{dD}{d\alpha_1} + \frac{d\beta}{dz}\frac{d}{dx}\frac{dD}{d\alpha_2} - \frac{d\beta}{dx}\frac{d}{dy}\frac{dD}{d\alpha_2}\right.\\
&\quad \left. + \frac{d\beta}{dx}\frac{d}{dy}\frac{dD}{d\alpha_3} = \frac{d\beta}{dy}\frac{d}{dz}\frac{dD}{d\alpha_3}\right]E,\\
2\Lambda_2 &= 2L\frac{d\gamma}{dx} + 2M\frac{d\gamma}{dy} + 2N\frac{d\gamma}{dz} = -\left(\frac{dD_2}{d\alpha_1} + \frac{dD_2}{d\alpha_2} + \frac{dD_2}{d\alpha_3}\right)\frac{dE}{d\beta}\\
&\quad + \left[\frac{d\gamma}{dy}\frac{d}{dz}\frac{dD}{d\alpha_1} - \frac{d\gamma}{dz}\frac{d}{dy}\frac{dD}{d\alpha_1} + \frac{d\gamma}{dz}\frac{d}{dx}\frac{dD}{d\alpha_3} - \frac{d\gamma}{dx}\frac{d}{dy}\frac{dD}{d\alpha_2}\right.\\
&\quad \left. + \frac{d\gamma}{dx}\frac{d}{dy}\frac{dD}{d\alpha_3} - \frac{d\gamma}{dy}\frac{d}{dz}\frac{dD}{d\alpha_3}\right]E.
\end{aligned}\right.
$$

(Congrès de Paris, 1900, Λ_1, Λ_2 ont été substitués ici à P, Q).

Pour faciliter le calcul et à raison de la symétrie des résultats, je n'opère d'abord que sur les deux premiers termes des quantités entre parenthèses, qui ont E pour facteur commun. On a :

$$
\frac{d\beta}{dy}\frac{d}{dz}\frac{dD}{d\alpha_1} - \frac{d\beta}{dz}\frac{d}{dy}\frac{dD}{d\alpha_1} = \frac{dD}{d\alpha_1}\frac{d}{d\gamma}\frac{dD}{d\alpha_1} + (\beta_2 u_3 - \beta_3 u_2)\frac{d}{du}\frac{dD}{d\alpha_1} + (\beta_2 v_3 - \beta_3 v_2)\frac{d}{dv}\frac{dD}{d\alpha_1},
$$

et en vertu des relations (4) et (6) :

$$
\beta_2 u_3 - \beta_3 u_2 = (v_2 u_3 - v_3 u_2)\frac{d\beta}{dv} + (\gamma_2 u_3 - \gamma_3 u_2)\frac{d\beta}{d\gamma} = \frac{dW}{dv_1}\frac{d\beta}{d\gamma} - \frac{dW}{d\gamma_1}\frac{d\beta}{dv},
$$

$$
\beta_2 v_3 - \beta_3 v_2 = (\gamma_2 v_3 - \gamma_3 v_2)\frac{d\beta}{d\gamma} + (u_2 v_3 - u_3 v_2)\frac{d\beta}{du} = \frac{dW}{d\gamma_1}\frac{d\beta}{du} - \frac{dW}{du_1}\frac{d\beta}{d\gamma},
$$

d'où, par suite :

$$
\frac{d\beta}{dy}\frac{d}{dz}\frac{dD}{d\alpha_1} - \frac{d\beta}{dz}\frac{d}{dy}\frac{dD}{d\alpha_1} = \frac{dD}{d\alpha_1}\frac{d}{d\gamma}\frac{dD}{d\alpha_1} + \left(\frac{dW}{dv_1}\frac{d\beta}{d\gamma} - \frac{dW}{d\gamma_1}\frac{d\beta}{dv}\right)\frac{d}{du}\frac{dD}{d\alpha_1} + \left(\frac{dW}{d\gamma_1}\frac{d\beta}{du} - \frac{dW}{du_1}\frac{d\beta}{d\gamma}\right)\frac{d}{dv}\frac{dD}{d\alpha_1}.
$$

D'autre part, il résulte des expressions (5) :

$$
(13)\quad \left\{\begin{aligned}
\frac{d}{d\gamma}\frac{dD}{d\alpha_1} &= \frac{dW}{du_1}\cdot\frac{d^2\beta}{d\gamma dv} - \frac{dW}{dv_1}\cdot\frac{d^2\beta}{d\gamma du} + \frac{d}{d\gamma}\frac{dW}{du_1}\cdot\frac{d\beta}{dv} - \frac{d}{d\gamma}\frac{dW}{dv_1}\cdot\frac{d\beta}{du},\\
\frac{d}{du}\frac{dD}{d\alpha_1} &= \frac{dW}{du_1}\cdot\frac{d^2\beta}{dudv} - \frac{dW}{dv_1}\cdot\frac{d^2\beta}{du_2} + \frac{d}{du}\frac{dW}{du_1}\cdot\frac{d\beta}{dv} - \frac{d}{du}\frac{dW}{dv_1}\cdot\frac{d\beta}{du},\\
\frac{d}{dv}\frac{dD}{d\alpha_1} &= \frac{dW}{du_1}\cdot\frac{d^2\beta}{dv_2} - \frac{dW}{dv_1}\cdot\frac{d^2\beta}{dudv} + \frac{d}{dv}\frac{dW}{du_1}\cdot\frac{d\beta}{dv} - \frac{d}{dv}\frac{dW}{dv_1}\cdot\frac{d\beta}{du},
\end{aligned}\right.
$$

et on a :

$$(14)\quad \left\{\begin{aligned}
&\frac{d\beta}{dy}\frac{d}{dz}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1} - \frac{d\beta}{dz}\frac{d}{dy}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1} = \frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\cdot\frac{d}{d\gamma}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1} + \frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d^2\beta}{dudv}\\
&-\frac{d\mathrm{W}_2}{dv_1}\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d^2\beta}{du_2} + \frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\cdot\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d\beta}{dv} - \frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\cdot\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d\beta}{du}\\
&-\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d\beta}{dv}\frac{d^2\beta}{dudv} + \frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d\beta}{dv}\frac{d^2\beta}{du_2} - \frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\cdot\frac{d\beta_2}{dv}\\
&+\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\cdot\frac{d\beta}{dv}\frac{d\beta}{du} + \frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d\beta}{du}\frac{d^2\beta}{dv_2} - \frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d\beta}{du}\frac{d^2\beta}{dudv}\\
&+\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\cdot\frac{d\beta}{du}\frac{d\beta}{dv} - \frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\cdot\frac{d\beta_2}{du} - \frac{d\mathrm{W}_2}{du_1}\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d^2\beta}{dv_2}\\
&+\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d^2\beta}{dudv} - \frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\cdot\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d\beta}{dv} + \frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\cdot\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d\beta}{du}.
\end{aligned}\right.$$

Ordonnant et complétant, on obtient après avoir supprimé les termes identiquement nuls :

$$(15)\quad \left\{\begin{aligned}
&2\Lambda_1 = \left(\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_1} + \frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_2} + \frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_3}\right)\frac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\\
&+\Big[\sum\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\frac{d}{d\gamma}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1} + 2\sum\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d^2\beta}{dudv} - \sum\frac{d\mathrm{W}_2}{dv_1}\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d^2\beta}{du^2}\\
&-\sum\frac{d\mathrm{W}}{du_1^2}\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d^2\beta}{dv^2} + \sum\left(\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{du_1} - \frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\right)\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d\beta}{dv}\\
&+\sum\left(\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1} - \frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\right)\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d\beta}{du}\\
&+\sum\left(\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{du_1} + \frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\right)\frac{d\beta}{du}\frac{d\beta}{dv} - \sum\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d\beta_2}{dv}\\
&-\sum\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d\beta_2}{du}\Big]\mathrm{E},
\end{aligned}\right.$$

où les sommes doivent être effectuées en substituant à l'indice 1, successivement les indices 2 et 3.

Il vient par un procédé analogue pour la transformation de la seconde des équations (12) :

$$\begin{aligned}
&\frac{d\gamma}{dy}\frac{d}{dz}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1} - \frac{d\gamma}{dz}\frac{d}{dy}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1} = (\gamma_2 u_3 - \gamma_3 u_2)\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1} + (\gamma_2 v_3 - \gamma_3 v_2)\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\\
&= 2\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d^2\beta}{dudv} - \frac{d\mathrm{W}_2}{dv_1}\frac{d^2\beta}{du^2} - \frac{d\mathrm{W}_2}{du_1}\frac{d^2\beta}{dv^2} + \left(\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{du_1} - \frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\right)\frac{d\beta}{dv}\\
&+\left(\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1} - \frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\right)\frac{d\beta}{du},
\end{aligned}$$

et

$$(16)\left\{\begin{aligned} 2\Lambda_2 = &-\left(\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_1}+\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_2}+\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_3}\right)\frac{d\mathrm{E}}{d\beta}+2\sum\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d^2\beta}{dudv}\\ &-\sum\frac{d\mathrm{W}_2}{dv_1}\frac{d^2\beta}{du^2}-\sum\frac{d\mathrm{W}_2}{du_1}\frac{d^2\beta}{dv^2}+\sum\left(\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}-\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\right)\frac{d\beta}{dv}\\ &+\sum\left(\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}-\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\right)\frac{d\beta}{du}. \end{aligned}\right.$$

Par suite de cette expression, celle de Λ_1 se simplifie et devient :

$$(17)\left\{\begin{aligned} 2\Lambda_1 = 2\Lambda_2\frac{d\beta}{d\gamma}&+\left(\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_1}+\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_2}+\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_3}\right)\frac{d\mathrm{E}}{d\gamma}+\left(\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_1}+\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_2}+\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_3}\right)\frac{d\mathrm{E}}{d\beta}\frac{d\beta}{d\gamma}\\ &+\left(\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\frac{d}{d\gamma}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}+\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}\frac{d}{d\gamma}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}+\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}\frac{d}{d\gamma}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}\right)\mathrm{E}\\ &+\left[\sum\left(\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}+\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\right)\frac{d\beta}{du}\frac{d\beta}{dv}-\sum\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d\beta_2}{dv}\right.\\ &\left.-\sum\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d\beta_2}{du}\right]\mathrm{E}. \end{aligned}\right.$$

3. — On peut employer ces formules à la solution du problème énoncé au n° 1, pour cela il faut y faire (Congrès de Paris 1900) :

$$(18)\qquad 2\Lambda_1\mathrm{E} = -\frac{d\mathrm{R}}{d\gamma},\qquad 2\Lambda_2\mathrm{E} = \frac{d\mathrm{R}}{d\beta},$$

en désignant par R une fonction arbitraire de β et γ et si l'on multiplie par E les deux membres des expressions (16) et (17), il en résulte :

$$(19)\left\{\begin{aligned} &\frac{d\mathrm{R}}{d\beta}+\left(\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_1}+\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_2}+\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_3}\right)\mathrm{E}\frac{d\mathrm{E}}{d\beta}+\left[\sum\frac{d\mathrm{W}}{du_1^2}\frac{d^2\beta}{dv^2}+\sum\frac{d\mathrm{W}}{dv_1^2}\frac{d^2\beta}{du^2}\right.\\ &\quad-2\sum\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d^2\beta}{dudv}+\sum\left(\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}-\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\right)\frac{d\beta}{dv}\\ &\quad\left.+\sum\left(\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}-\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\right)\frac{d\beta}{du}\right]\mathrm{E}^2=0\\ &\frac{d\mathrm{R}}{d\gamma}+\frac{d\mathrm{R}}{d\beta}\frac{d\beta}{d\gamma}+\frac{1}{2}\frac{d}{d\gamma}\left[\left(\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_1}+\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_2}+\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_3}\right)\mathrm{E}^2\right]\\ &+\left[\sum\left(\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}+\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\right)\frac{d\beta}{du}\frac{d\beta}{dv}-\sum\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d\beta_2}{dv}\right.\\ &\quad\left.-\sum\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d\beta^2}{du}\right]\mathrm{E}^2=0. \end{aligned}\right.$$

Il faut observer relativement à la différenciation indiquée par rapport

à γ dans la dernière de ces équations, que β n'entre pas dans le trinôme $\frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_1} + \frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_2} + \frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_3}$ et que dans R et E^2 où il figure, il faut le considérer comme une fonction des trois variables indépendantes γ, u, v. On pourrait simplifier les formules (19) en y substituant les expressions des déterminants mineurs de W, mais il me paraît préférable de leur conserver la forme actuelle, sauf à introduire, en chaque cas particulier les simplifications convenables. Si on y fait $\mathrm{E} = 1$, ce qui est toujours permis; elles deviennent :

$$
(20)\quad \left\{
\begin{aligned}
&\frac{d\mathrm{R}}{d\beta} + \sum\left[\frac{d\mathrm{W}_2}{du_1}\frac{d^2\beta}{dv^2}\right] + \sum\frac{d\mathrm{W}_2}{dv_1}\frac{d^2\beta}{du^2} - 2\sum\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d^2\beta}{dudv}\\
&\qquad + \sum\left(\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{du_1} - \frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\right)\frac{d\beta}{dv}\\
&\qquad + \sum\left(\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1} - \frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\right)\frac{d\beta}{du} = 0,\\
&\frac{d\mathrm{R}}{d\gamma} + \mathrm{V}\frac{d\mathrm{V}}{d\gamma} + \left[\sum\left(\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1} + \frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\right)\frac{d\beta}{du}\frac{d\beta}{dv}\right.\\
&\qquad \left. - \sum\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{du}\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d\beta^2}{dv} - \sum\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\frac{d}{dv}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d\beta_2}{du}\right] = 0,
\end{aligned}
\right.
$$

en désignant par V la vitesse du liquide dont le carré a pour expression

$$
(21)\quad \left\{
\begin{aligned}
\mathrm{V}^2 = \frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_1} + \frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_2} + \frac{d\mathrm{D}_2}{d\alpha_3} &= \sum\frac{d\mathrm{W}_2}{du_1}\frac{d\beta_2}{dv} + \sum\frac{d\mathrm{W}_2}{dv_1}\frac{d\beta_2}{du}\\
&\quad - 2\sum\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\frac{d\beta}{du}\frac{d\beta}{dv}.
\end{aligned}
\right.
$$

Pour donner un exemple simple de leur emploi, je pose :

$$(22)\qquad \gamma = ax + by + cz,$$

ce qui est le cas du mouvement d'un liquide dans les canaux théoriques.

Il vient alors :

$$u = lx + my + nz, \qquad v = \lambda x + \mu y + \nu z,$$

en posant :

$$al + bm + cn = 0, \qquad a\lambda + b\mu + c\nu = 0.$$

et

$$W = \begin{vmatrix} a & b & c \\ l & m & n \\ \lambda & \mu & \nu \end{vmatrix} \qquad \begin{aligned} \frac{dW}{d\gamma_1} &= m\nu - n\mu, & \frac{dW}{d\gamma_2} &= c\mu - b\nu, & \frac{dW}{d\gamma_3} &= l\mu - m\lambda, \\ \frac{dW}{du_1} &= \mu c - \nu b, & \frac{dW}{du_2} &= \nu a - \lambda c, & \frac{dW}{du_3} &= \lambda b - \mu a, \\ \frac{dW}{dv_1} &= bn - cm, & \frac{dW}{dv_2} &= cl - an, & \frac{dW}{dv_3} &= am - bl, \end{aligned}$$

d'où il résulte pour les équations (20) :

$$(23)\quad \begin{cases} \dfrac{dR}{d\beta} + (a^2+b^2+c^2)(\lambda^2+\mu^2+\nu^2)\dfrac{d^2\beta}{dv^2} + (a^2+b^2+c^2)(l^2+m^2+n^2)\dfrac{d^2\beta}{du^2} \\ + 2(a^2+b^2+c^2)(l\lambda+m\mu+n\nu)\dfrac{d^2\beta}{dudv} = 0, \qquad \dfrac{dR}{d\gamma} + V\dfrac{dV}{d\gamma} = 0, \end{cases}$$

et pour l'expression (21) :

$$(24)\quad \begin{cases} V^2 = (a^2+b^2+c^2)(\lambda^2+\mu^2+\nu^2)\dfrac{d\beta^2}{dv} + (a^2+b^2+c^2)(l^2+m^2+n^2)\dfrac{d\beta^2}{du} \\ \qquad + 2(a^2+b^2+c^2)(l\lambda+m\mu+n\nu)\dfrac{d\beta}{du}\dfrac{d\beta}{dv}. \end{cases}$$

La dernière des équations (23) peut être intégrée par rapport à γ et par suite elle se réduit à l'équation aux dérivées partielles du premier ordre :

$$(25)\qquad R + \frac{1}{2}V^2 = \Phi(v, u),$$

en désignant par Φ une fonction arbitraire des deux coordonnées curvilignes v et u. On a aussi pour déterminer β, deux équations aux dérivées partielles où n'entrent pas de coefficients différentiels de β par rapport à γ; il faudra donc traiter cette dernière fonction comme une constante. On n'obtiendra ainsi qu'une détermination incomplète du mouvement tel qu'il a lieu sur une vélocite quelconque, mais sans égard à la coordination qui doit exister entre les mouvements individuels de toutes les vélocites. Pour arriver à un résultat définitif, ce qu'il y a de plus simple, c'est de revenir aux équations (19) et après y avoir substitué à β son expression, telle que l'a donnée le calcul indiqué, en fonction arbitraire de γ, d'intégrer par rapport à E ces deux dernières équations.

On voit, par les explications qui précèdent, que l'emploi des coordonnées curvilignes semble indispensable pour l'intégration des équations aux dérivées partielles de l'Hydrodynamique, comme j'en ai fait l'observation au début de ces recherches. En termes plus généraux, Lamé fait observer à la

fin de ses leçons sur les coordonnées curvilignes « que ce sont précisément les systèmes divers de coordonnées qui caractérisent les phases ou les étapes de la science ». Lorsqu'il faudra, dit-il, s'occuper sérieusement de la Physique mathématique, alors viendra le règne des coordonnées curvilignes quelconques qui pourront seules aborder les nouvelles questions dans toute leur généralité. Mais par *coordonnées curvilignes quelconques* il ne désignait effectivement que les coordonnées triplement orthogonales. Ossian Bonnet ayant ensuite démontré que pour qu'une fonction de x, y, z puisse représenter l'une des familles d'un système triple-orthogonal, il faut qu'elle satisfasse à une certaine équation aux dérivées partielles du troisième ordre, le point de vue où se plaçait Lamé parut trop restreint. L'abbé Aoust semble avoir envisagé le premier dans toute son étendue le système des coordonnées curvilignes, mais il n'en a fait usage que pour des recherches de géométrie. Émile Mathieu proposa ensuite l'emploi de coordonnées curvilignes provenant d'un système de surfaces et de lignes orthogonales à ce système de surfaces, pour généraliser les formules du potentiel et celles de l'élasticité des corps solides (*Théorie du potentiel*, chap. IV, nos 17-23), (*Théorie de l'élasticité*, chap. IV, nos 9-11). Ces coordonnées curvilignes ne diffèrent pas de celles que j'ai désignées jusqu'ici sous le nom de système monoorthogonal et par l'emploi qu'en a fait Mathieu, comme aussi par son application à l'Hydrodynamique, elles semblent devoir être d'un fréquent usage. Je crois donc qu'il convient, pour la facilité du langage, d'introduire à ce sujet quelques dénominations, qui ne font d'ailleurs que reproduire en quelque sorte, mais sous un nouvel aspect celles auxquelles nous a habitués l'usage continuel des coordonnées cartésiennes.

Je désignerai sous le nom commun de *synorthogonies*, l'ensemble des surfaces coordonnées qui, dans le système en question, correspondent aux plans de référence du système cartésien, et j'appellerai simplement *orthogonie* l'une quelconque de ces surfaces. Par suite, il y a lieu de distinguer les *orthogonies principales*, celles que j'ai désignées plus haut par γ et auxquelles appartient, dans les applications de la chaleur et de l'électricité, la surface étudiée, puis les *orthogonies dérivées* auxquelles se rapportent les arguments u et v.

4. — L'emploi des fonctions Λ_1 et Λ_2 ne se borne pas à la question spéciale dont il est question dans les numéros qui précèdent. Si l'on a, pour exprimer les composantes de la vitesse d'un liquide :

$$(26)\quad \begin{cases} p = \left(\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dz} - \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dy}\right)\mathrm{E}, \qquad q = \left(\dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dx} - \dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{d\gamma}{dz}\right)\mathrm{E}, \\ r = \left(\dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{d\gamma}{dy} - \dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dx}\right)\mathrm{E}, \end{cases}$$

et celles de la rotation élémentaire :

$$(27)\quad \begin{cases} 2\mathrm{L} = \dfrac{dr}{dy} - \dfrac{dq}{dz} = 2\left(\dfrac{d\eta}{dy}\dfrac{d\zeta}{dz} - \dfrac{d\eta}{dz}\dfrac{d\zeta}{dy}\right)\mathrm{H}, \\ 2\mathrm{M} = \dfrac{dp}{dz} - \dfrac{dz}{dx} = 2\left(\dfrac{d\eta}{dz}\dfrac{d\zeta}{dx} - \dfrac{d\eta}{dx}\dfrac{d\zeta}{dz}\right)\mathrm{H}, \\ 2\mathrm{N} = \dfrac{dq}{dx} - \dfrac{dp}{dy} = 2\left(\dfrac{d\eta}{dx}\dfrac{d\zeta}{dy} - \dfrac{d\eta}{dy}\dfrac{d\zeta}{dx}\right)\mathrm{H}, \end{cases}$$

puis que l'on pose :

$$(28)\quad \begin{cases} \Lambda_1 = \mathrm{L}\dfrac{d\beta}{dx} + \mathrm{M}\dfrac{d\beta}{dy} + \mathrm{N}\dfrac{d\beta}{dz}, \qquad \Lambda_2 = \mathrm{L}\dfrac{d\gamma}{dx} + \mathrm{M}\dfrac{d\gamma}{dy} + \mathrm{N}\dfrac{d\gamma}{dz}, \\ \Gamma_1 = p\dfrac{d\eta}{dx} + q\dfrac{d\eta}{dy} + r\dfrac{d\eta}{dz}, \qquad \Gamma_2 = p\dfrac{d\zeta}{dx} + q\dfrac{d\zeta}{dy} + r\dfrac{d\zeta}{dz}, \end{cases}$$

il en résulte :

$$(29)\quad \begin{cases} \mathrm{M}r - \mathrm{N}q = \Lambda_2\mathrm{E}\dfrac{d\beta}{dx} - \Lambda_1\mathrm{E}\dfrac{d\gamma}{dx} = \Gamma_1\mathrm{H}\dfrac{d\zeta}{dx} - \Gamma_2\mathrm{H}\dfrac{d\eta}{dx}, \\ \mathrm{N}p - \mathrm{L}r = \Lambda_2\mathrm{E}\dfrac{d\beta}{dy} - \Lambda_1\mathrm{E}\dfrac{d\gamma}{dy} = \Gamma_1\mathrm{H}\dfrac{d\zeta}{dy} - \Gamma_2\mathrm{H}\dfrac{d\eta}{dy}, \\ \mathrm{L}q - \mathrm{M}p = \Lambda_2\mathrm{E}\dfrac{d\beta}{dz} - \Lambda_1\mathrm{E}\dfrac{d\gamma}{dz} = \Gamma_1\mathrm{H}\dfrac{d\zeta}{dz} - \Gamma_2\mathrm{H}\dfrac{d\eta}{dz}. \end{cases}$$

Par suite les équations aux dérivées partielles d'Euler et Navier prennent les formes suivantes :

$$(30)\quad \begin{cases} \dfrac{dp}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2 p + 2\left(\Lambda_2\mathrm{E}\dfrac{d\beta}{dx} - \Lambda_1\mathrm{E}\dfrac{d\gamma}{dx}\right) = \dfrac{dp}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2 p \\ \qquad\qquad + 2\left(\Gamma_1\mathrm{H}\dfrac{d\zeta}{dx} - \Gamma_2\mathrm{H}\dfrac{d\eta}{dx}\right) = \dfrac{dk}{dx}, \\ \dfrac{dq}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2 q + 2\left(\Lambda_2\mathrm{E}\dfrac{d\beta}{dy} - \Lambda_1\mathrm{E}\dfrac{d\gamma}{dy}\right) = \dfrac{dq}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2 q \\ \qquad\qquad + 2\left(\Gamma_1\mathrm{H}\dfrac{d\zeta}{dy} - \Gamma_2\mathrm{H}\dfrac{d\eta}{dy}\right) = \dfrac{dk}{dy}, \\ \dfrac{dr}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2 r + 2\left(\Lambda_2\mathrm{E}\dfrac{d\beta}{dz} - \Lambda_1\mathrm{E}\dfrac{d\gamma}{dz}\right) = \dfrac{dr}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2 r \\ \qquad\qquad + 2\left(\Gamma_1\mathrm{H}\dfrac{d\zeta}{dz} - \Gamma_2\mathrm{H}\dfrac{d\eta}{dz}\right) = \dfrac{dk}{d}, \end{cases}$$

où l'on a :

$$(31)\qquad k = \Omega - \frac{\mathrm{V}^2}{2} - \frac{\varpi}{\rho},$$

en désignant par Ω le potentiel accélérateur des forces extérieures appliquées à la masse du liquide, par V sa vitesse et par $\frac{\varpi}{\rho}$ sa pression spécifique. On peut opérer sur ces équations transformées comme l'ont fait Stokes et Helmholtz sur les équations primitives pour démontrer le théorème de Lagrange, et il en résulte d'abord :

$$(32)\quad \begin{cases} \dfrac{d\mathrm{L}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\,\Delta^2\mathrm{L} + \left(\dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\Lambda_2}{dy} - \dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\Lambda_2}{dz} + \dfrac{d\gamma}{dy}\dfrac{d\Lambda_1}{dz} - \dfrac{d\gamma}{dz}\dfrac{d\Lambda_1}{dy}\right)\mathrm{E} \\ \qquad = \left(\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dz} - \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{d\gamma}\right)\left(\Lambda_1\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta} + \Lambda_2\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right), \\ \dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\,\Delta^2\mathrm{L} + \left(\dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{d\Lambda_2}{dz} - \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\Lambda_2}{dx} + \dfrac{d\gamma}{dz}\dfrac{d\Lambda_1}{dx} - \dfrac{d\gamma}{dx}\dfrac{d\Lambda_1}{dz}\right)\mathrm{E} \\ \qquad = \left(\dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dx} - \dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{d\gamma}{dz}\right)\left(\Lambda_1\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta} + \Lambda_2\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right), \\ \dfrac{d\mathrm{N}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\,\Delta^2\mathrm{N} + \left(\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\Lambda_2}{dx} - \dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{d\Lambda_2}{dy} + \dfrac{d\gamma}{dx}\dfrac{d\Lambda_1}{dy} - \dfrac{d\gamma}{dx}\dfrac{d\Lambda_1}{dx}\right)\mathrm{E} \\ \qquad = \left(\dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{d\gamma}{dy} - \dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dx}\right)\left(\Lambda_1\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta} + \Lambda_2\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right), \end{cases}$$

d'où se déduisent les relations :

$$(33)\quad \begin{cases} \left(\dfrac{d\mathrm{L}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\,\Delta^2\mathrm{L}\right)\dfrac{d\beta}{dx} + \left(\dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\,\Delta^2\mathrm{M}\right)\dfrac{d\beta}{dy} + \left(\dfrac{d\mathrm{N}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\,\Delta^2\mathrm{N}\right)\dfrac{d\beta}{dz} \\ \qquad + p\dfrac{d\Lambda_1}{dx} + q\dfrac{d\Lambda_1}{dy} + r\dfrac{d\Lambda_1}{dz} = 0, \\ \left(\dfrac{d\mathrm{L}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\,\Delta^2\mathrm{L}\right)\dfrac{d\gamma}{dx} + \left(\dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\,\Delta^2\mathrm{M}\right)\dfrac{d\gamma}{dy} + \left(\dfrac{d\mathrm{N}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\,\Delta^2\mathrm{N}\right)\dfrac{d\gamma}{dz} \\ \qquad + p\dfrac{d\Lambda_2}{dx} + q\dfrac{d\Lambda_2}{dy} + r\dfrac{d\Lambda_2}{dz} = 0; \end{cases}$$

puis

$$(34)\quad \begin{cases} \dfrac{d\mathrm{L}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\,\Delta^2\mathrm{L} + \left(\dfrac{d\zeta}{dz}\dfrac{d\Gamma_1}{dy} - \dfrac{d\zeta}{dy}\dfrac{d\Gamma_1}{dz} + \dfrac{d\eta}{dy}\dfrac{d\Gamma_2}{dz} - \dfrac{d\eta}{dz}\dfrac{d\Gamma_2}{dy}\right)\mathrm{H} \\ \qquad + \left(\dfrac{d\eta}{dy}\dfrac{d\zeta}{dz} - \dfrac{d\eta}{dz}\dfrac{d\zeta}{dy}\right)\left(\Gamma_1\dfrac{d\mathrm{H}}{dy} + \Gamma_2\dfrac{d\mathrm{H}}{d\zeta}\right) = 0, \\ \dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\,\Lambda^2\mathrm{M} + \left(\dfrac{d\zeta}{dx}\dfrac{d\Gamma_1}{dz} - \dfrac{d\zeta}{dz}\dfrac{d\Gamma_1}{dx} + \dfrac{d\eta}{dz}\dfrac{d\Gamma_2}{dx} - \dfrac{d\eta}{dx}\dfrac{d\Gamma_2}{dz}\right)\mathrm{H} \\ \qquad + \left(\dfrac{d\eta}{dz}\dfrac{d\zeta}{dx} - \dfrac{d\eta}{dx}\dfrac{d\zeta}{dz}\right)\left(\Gamma_1\dfrac{d\mathrm{H}}{dy} + \Gamma_2\dfrac{d\mathrm{H}}{d\zeta}\right) = 0, \\ \dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\,\Delta^2\mathrm{N} + \left(\dfrac{d\zeta}{dy}\dfrac{d\Gamma_1}{dx} - \dfrac{d\zeta}{dx}\dfrac{d\Gamma_1}{dy} + \dfrac{d\eta}{dx}\dfrac{d\Gamma_2}{dy} - \dfrac{d\eta}{dy}\dfrac{d\Gamma_2}{dx}\right)\mathrm{H} \\ \qquad + \left(\dfrac{d\eta}{dx}\dfrac{d\zeta}{dy} - \dfrac{d\eta}{dy}\dfrac{d\zeta}{dx}\right)\left(\Gamma_1\dfrac{d\mathrm{H}}{d\eta} + \Gamma_2\dfrac{d\mathrm{H}}{d\zeta}\right) = 0; \end{cases}$$

avec les relations dérivées :

$$(35)\quad \begin{cases} \left(\dfrac{d\mathrm{L}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)\dfrac{d\eta}{dx} + \left(\dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}\right)\dfrac{d\eta}{dy} + \left(\dfrac{d\mathrm{N}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N}\right)\dfrac{d\eta}{dz} \\ \qquad = \mathrm{L}\dfrac{d\Gamma_1}{dx} + \mathrm{M}\dfrac{d\Gamma_1}{dy} + \mathrm{N}\dfrac{d\Gamma_1}{dz}, \\ \left(\dfrac{d\mathrm{L}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)\dfrac{d\zeta}{dx} + \left(\dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}\right)\dfrac{d\zeta}{dy} + \left(\dfrac{d\mathrm{N}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N}\right)\dfrac{d\zeta}{dz} \\ \qquad = \mathrm{L}\dfrac{d\Gamma_2}{dx} + \mathrm{M}\dfrac{d\Gamma_2}{dy} + \mathrm{N}\dfrac{d\Gamma_2}{dz}. \end{cases}$$

Ces différentes équations permettent de procéder, par des voies distinctes, à la détermination par de simples quadratures effectuées sur les équations d'Euler et Navier de la fonction k, d'où il résultera, en vertu de l'égalité (31), une relation entre le potentiel accélérateur Ω, la vitesse du liquide et sa pression spécifique. Pour en faire usage, je commencerai par les relations (32) et (33) pour passer ensuite aux relations (34) et (35).

5. — J'ai donné plus haut (n^{os} 1 et 2) les expressions de Λ_1 et de Λ_2 en fonction des synorthogonies γ, u, v ; il est aisé d'en déduire les valeurs correspondantes des quotients différentiels de ces deux fonctions, par rapport à x, y, z ; on a pour cela :

$$\frac{d\Lambda_1}{dx} = \frac{d\Lambda_1}{d\gamma}\frac{d\gamma}{dx} + \frac{d\Lambda_1}{du}\frac{du}{dx} + \frac{d\Lambda_1}{dv}\frac{dv}{dx} \qquad \frac{d\Lambda_2}{dx} = \frac{d\Lambda_2}{d\gamma}\frac{d\gamma}{dx} + \frac{d\Lambda_2}{du}\frac{du}{dx} + \frac{d\Lambda_2}{dv}\frac{dv}{dx},$$
$$\frac{d\Lambda_1}{dy} = \frac{d\Lambda_1}{d\gamma}\frac{d\gamma}{dy} + \frac{d\Lambda_1}{du}\frac{du}{dy} + \frac{d\Lambda_1}{dv}\frac{dv}{dy} \qquad \frac{d\Lambda_2}{dy} = \frac{d\Lambda_2}{d\gamma}\frac{d\gamma}{dy} + \frac{d\Lambda_2}{du}\frac{du}{dy} + \frac{d\Lambda_2}{dv}\frac{dv}{dy},$$
$$\frac{d\Lambda_1}{dz} = \frac{d\Lambda_1}{d\gamma}\frac{d\gamma}{dz} + \frac{d\Lambda_1}{du}\frac{du}{dz} + \frac{d\Lambda_1}{dv}\frac{dv}{dz} \qquad \frac{d\Lambda_2}{dz} = \frac{d\Lambda_2}{d\gamma}\frac{d\gamma}{dz} + \frac{d\Lambda_2}{du}\frac{du}{dz} + \frac{d\Lambda_2}{dv}\frac{dv}{dz},$$

et il vient :

$$p\frac{d\Lambda_1}{dx} + q\frac{d\Lambda_1}{dy} + r\frac{d\Lambda_1}{dz} = \left(p\frac{du}{dx} + q\frac{du}{dy} + r\frac{du}{dz}\right)\frac{d\Lambda_1}{du} + \left(p\frac{dv}{dx} + q\frac{dv}{dy} + r\frac{dv}{dz}\right)\frac{d\Lambda_1}{dv},$$
$$p\frac{d\Lambda_2}{dx} + q\frac{d\Lambda_2}{dy} + r\frac{d\Lambda_2}{dz} = \left(p\frac{du}{dx} + q\frac{du}{dy} + r\frac{du}{dz}\right)\frac{d\Lambda_2}{du} + \left(p\frac{dv}{dx} + q\frac{dv}{dy} + r\frac{dv}{dz}\right)\frac{d\Lambda_2}{dv}.$$

On a d'ailleurs, en substituant dans les expressions (26) de p, q, r, les valeurs (4) des quotients différentiels de β :

$$(36)\quad \begin{cases} p = \left(\dfrac{d\mathrm{W}}{du_1}\dfrac{d\beta}{dv} - \dfrac{d\mathrm{W}}{dv_1}\dfrac{d\beta}{du}\right)\mathrm{E}, \qquad q = \left(\dfrac{d\mathrm{W}}{du_2}\dfrac{d\beta}{dv} - \dfrac{d\mathrm{W}}{dv_2}\dfrac{d\beta}{du}\right)\mathrm{E}, \\ r = \left(\dfrac{d\mathrm{W}}{du_3}\dfrac{d\beta}{dv} - \dfrac{d\mathrm{W}}{dv_3}\dfrac{d\beta}{du}\right)\mathrm{E}. \end{cases}$$

et en vertu des relations :

$$\frac{d\mathrm{W}}{du_1}u_1 + \frac{d\mathrm{W}}{du_2}u_2 + \frac{d\mathrm{W}}{du_3}u_3 = \mathrm{W}, \qquad \frac{d\mathrm{W}}{du_1}v_1 + \frac{d\mathrm{W}}{du_2}v_2 + \frac{d\mathrm{W}}{du_3}v_3 = 0, \quad \text{etc.}$$

les égalités :

$$p\frac{du}{dx} + q\frac{du}{dy} + r\frac{du}{dz} = \mathrm{WE}\frac{d\beta}{dv}, \qquad p\frac{dv}{dx} + q\frac{dv}{dy} + r\frac{dv}{dz} = -\mathrm{WE}\frac{d\beta}{du};$$

d'où il résulte :

$$(37)\quad \begin{cases} p\dfrac{d\Lambda_1}{dx} + q\dfrac{d\Lambda_1}{dy} + r\dfrac{d\Lambda_1}{dz} = \left(\dfrac{d\Lambda_1}{du}\dfrac{d\beta}{dv} - \dfrac{d\Lambda_1}{dv}\dfrac{d\beta}{du}\right)\mathrm{WE}, \\ p\dfrac{d\Lambda_2}{dx} + q\dfrac{d\Lambda_2}{dy} + r\dfrac{d\Lambda_2}{dz} = \left(\dfrac{d\Lambda_2}{du}\dfrac{d\beta}{dv} - \dfrac{d\Lambda_2}{dv}\dfrac{d\beta}{du}\right)\mathrm{WE}, \end{cases}$$

pour les équations (33) :

$$(38)\quad \begin{cases} \left[\left(\dfrac{d\mathrm{L}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)u_1 + \left(\dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}\right)u_2 + \left(\dfrac{d\mathrm{N}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N}\right)u_3\right]\dfrac{d\beta}{du} \\ + \left[\left(\dfrac{d\mathrm{L}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)v_1 + \left(\dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}\right)v_2 + \left(\dfrac{d\mathrm{N}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N}\right)v_3\right]\dfrac{d\beta}{dv} \\ + \left[\dfrac{d\Lambda_1}{du}\dfrac{d\beta}{dv} - \dfrac{d\Lambda_1}{dv}\dfrac{d\beta}{du} - \left(\dfrac{d\Lambda_2}{du}\dfrac{d\beta}{dv} - \dfrac{d\Lambda_2}{dv}\dfrac{d\beta}{du}\right)\dfrac{d\beta}{d\gamma}\right]\mathrm{WE} = 0, \\ \left(\dfrac{d\mathrm{L}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)\gamma_1 + \left(\dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}\right)\gamma_2 + \left(\dfrac{d\mathrm{N}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N}\right)\gamma_3 \\ + \left(\dfrac{d\Lambda_2}{du}\dfrac{d\beta}{dv} - \dfrac{d\Lambda_2}{dv}\dfrac{d\beta}{du}\right)\mathrm{WE} = 0. \end{cases}$$

On a ensuite :

$$\frac{d\beta}{dz}\frac{d\Lambda_2}{dy}-\frac{d\beta}{dy}\frac{d\Lambda_2}{dz}=\left(\frac{dW}{dv_1}\frac{d\beta}{du}-\frac{dW}{du_1}\frac{d\beta}{dv}\right)\frac{d\Lambda_2}{d\gamma}+\left(\frac{dW}{d\gamma_1}\frac{d\beta}{dv}-\frac{dW}{dv_1}\frac{d\beta}{d\gamma}\right)\frac{d\Lambda_2}{du}+\left(\frac{dW}{du_1}\frac{d\beta}{d\gamma}-\frac{dW}{d\gamma_1}\frac{d\beta}{du}\right)\frac{d\Lambda_2}{dv},$$

$$\frac{d\beta}{dx}\frac{d\Lambda_2}{dz}-\frac{d\beta}{dz}\frac{d\Lambda_2}{dx}=\left(\frac{dW}{dv_2}\frac{d\beta}{du}-\frac{dW}{du_2}\frac{d\beta}{dv}\right)\frac{d\Lambda_2}{d\gamma}+\left(\frac{dW}{d\gamma_2}\frac{d\beta}{dv}-\frac{dW}{dv_2}\frac{d\beta}{d\gamma}\right)\frac{d\Lambda_2}{du}+\left(\frac{dW}{du_2}\frac{d\beta}{d\gamma}-\frac{dW}{d\gamma_2}\frac{d\beta}{du}\right)\frac{d\Lambda_2}{dv},$$

$$\frac{d\beta}{dy}\frac{d\Lambda_2}{dx}-\frac{d\beta}{dx}\frac{d\Lambda_2}{dy}=\left(\frac{dW}{dv_3}\frac{d\beta}{du}-\frac{dW}{du_3}\frac{d\beta}{dv}\right)\frac{d\Lambda_2}{d\gamma}+\left(\frac{dW}{d\gamma_3}\frac{d\beta}{dv}-\frac{dW}{dv_3}\frac{d\beta}{d\gamma}\right)\frac{d\Lambda_2}{du}+\left(\frac{dW}{du_3}\frac{d\beta}{d\gamma}-\frac{dW}{d\gamma_3}\frac{d\beta}{du}\right)\frac{d\Lambda_2}{dv}$$

et

$$\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\Lambda_1}{dz}-\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\Lambda_1}{dy}=\frac{dW}{dv_1}\frac{d\Lambda_1}{du}-\frac{dW}{du_1}\frac{d\Lambda_1}{dv},\qquad \beta_1=\gamma_1\frac{d\beta}{d\gamma}+u_1\frac{d\beta}{du}+v_1\frac{d\beta}{dv},$$

$$\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\Lambda_1}{dx}-\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\Lambda_1}{dz}=\frac{dW}{dv_2}\frac{d\Lambda_1}{du}-\frac{dW}{du_2}\frac{d\Lambda_1}{dv},\qquad \beta_2=\gamma_2\frac{d\beta}{d\gamma}+u_2\frac{d\beta}{du}+v_2\frac{d\beta}{dv},$$

$$\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\Lambda_1}{dy}-\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\Lambda_1}{dx}=\frac{dW}{dv_3}\frac{d\Lambda_1}{du}-\frac{dW}{du_3}\frac{d\Lambda_1}{dv},\qquad \beta_3=\gamma_3\frac{d\beta}{d\gamma}+u_3\frac{d\beta}{du}+v_3\frac{d\beta}{dv},$$

d'où il résulte pour les équations (32) :

$$\left\{\begin{aligned}
&\frac{dL}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2L+\left(\frac{dW}{dv_1}\frac{d\beta}{du}-\frac{dW}{du_1}\frac{d\beta}{dv}\right)\left(\Lambda_1\frac{dE}{d\beta}+\Lambda_2\frac{dE}{dy}+E\frac{d\Lambda_2}{d\gamma}\right)\\
&+\left[\left(\frac{dW}{d\gamma_1}\frac{d\beta}{dv}-\frac{dW}{dv_1}\frac{d\beta}{d\gamma}\right)\frac{d\Lambda_2}{du}+\left(\frac{dW}{du_1}\frac{d\beta}{d\gamma}-\frac{dW}{d\gamma_1}\frac{d\beta}{du}\right)\frac{d\Lambda_2}{dv}+\frac{dW}{dv_1}\frac{d\Lambda_1}{du}-\frac{dW}{du_1}\frac{d\Lambda_1}{dv}\right]E=0,\\
&\frac{dM}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2M+\left(\frac{dW}{dv_2}\frac{d\beta}{du}-\frac{dW}{du_2}\frac{d\beta}{dv}\right)\left(\Lambda_1\frac{dE}{d\beta}+\Lambda_2\frac{dE}{d\gamma}+E\frac{d\Lambda_2}{d\gamma}\right)\\
&+\left[\left(\frac{dW}{d\gamma_2}\frac{d\beta}{dv}-\frac{dW}{dv_2}\frac{d\beta}{d\gamma}\right)\frac{d\Lambda_2}{du}+\left(\frac{dW}{du_2}\frac{d\beta}{d\gamma}-\frac{dW}{d\gamma_2}\frac{d\beta}{du}\right)\frac{d\Lambda_2}{dv}+\frac{dW}{dv_2}\frac{d\Lambda_1}{du}-\frac{dW}{du_2}\frac{d\Lambda_1}{dv}\right]E=0,\\
&\frac{dM}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2N+\left(\frac{dW}{dv_3}\frac{d\beta}{du}\frac{dW}{du_3}\frac{d\beta}{dv}\right)\left(\Lambda_1\frac{dE}{d\beta}+\Lambda_2\frac{dE}{d\gamma}+E\frac{d\Lambda_2}{d\gamma}\right)\\
&+\left[\left(\frac{dW}{d\gamma_3}\frac{d\beta}{du}-\frac{dW}{dv_3}\frac{d\beta}{d\gamma}\right)\frac{d\Lambda_2}{du}+\left(\frac{dW}{du_3}\frac{d\beta}{d\gamma}-\frac{dW}{d\gamma_3}\frac{d\beta}{du}\right)\frac{d\Lambda_2}{dv}+\frac{dW}{dv_3}\frac{d\Lambda_1}{du}-\frac{dW}{du_3}\frac{d\Lambda_1}{dv}\right]E=0.
\end{aligned}\right.$$

Ces équations transformées peuvent encore être ordonnées autrement et elles se présentent alors comme il suit :

$$
(40)\quad \left\{\begin{aligned}
&\frac{d\mathrm{L}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}+\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_1}\left(\frac{d\beta}{dv}\frac{d\Lambda_2}{du}-\frac{d\beta}{du}\frac{d\Lambda_2}{dv}\right)\mathrm{E}\\
&+\frac{d\mathrm{W}}{du_1}\left[\left(\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d\Lambda_2}{dv}-\frac{d\beta}{dv}\frac{d\Lambda_2}{d\gamma}-\frac{d\Lambda_1}{dv}\right)\mathrm{F}-\left(\Lambda_1\frac{d\mathrm{E}}{d\beta}+\Lambda_2\frac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right)\frac{d\beta}{dv}\right]\\
&+\frac{d\mathrm{W}}{dv_1}\left[\left(\frac{d\beta}{dv}\frac{d\Lambda_2}{d\gamma}-\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d\Lambda_2}{du}+\frac{d\Lambda_1}{du}\right)\mathrm{E}+\left(\Lambda_1\frac{d\mathrm{E}}{d\beta}+\Lambda_2\frac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right)\frac{d\beta}{du}\right]=0,\\
&\frac{d\mathrm{M}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}+\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_2}\left(\frac{d\beta}{dv}\frac{d\Lambda_2}{du}-\frac{d\beta}{du}\frac{d\Lambda_2}{dv}\right)\mathrm{E}\\
&+\frac{d\mathrm{W}}{du_2}\left[\left(\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d\Lambda_2}{dv}-\frac{d\beta}{dv}\frac{d\Lambda_2}{d\gamma}-\frac{d\Lambda_1}{dv}\right)\mathrm{E}-\left(\Lambda_1\frac{d\mathrm{E}}{d\beta}+\Lambda_2\frac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right)\frac{d\beta}{dv}\right]\\
&+\frac{d\mathrm{W}}{dv_2}\left[\left(\frac{d\beta}{du}\frac{d\Lambda_2}{d\gamma}-\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d\Lambda_2}{du}+\frac{d\Lambda_1}{dv}\right)\mathrm{E}+\left(\Lambda_1\frac{d\mathrm{E}}{d\beta}+\Lambda_2\frac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right)\frac{d\beta}{du}\right]=0,\\
&\frac{d\mathrm{N}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N}+\frac{d\mathrm{W}}{d\gamma_3}\left(\frac{d\beta}{dv}\frac{d\Lambda_2}{du}-\frac{d\beta}{du}\frac{d\Lambda_2}{dv}\right)\mathrm{E}\\
&+\frac{d\mathrm{W}}{du_3}\left[\left(\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d\Lambda_2}{dv}-\frac{d\beta}{dv}\frac{d\Lambda_2}{d\gamma}-\frac{d\Lambda_1}{dv}\right)\mathrm{E}-\left(\Lambda_1\frac{d\mathrm{E}}{d\beta}+\Lambda_2\frac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right)\frac{d\beta}{dv}\right]\\
&+\frac{d\mathrm{W}}{dv_3}\left[\left(\frac{d\beta}{du}\frac{d\Lambda_2}{d\gamma}-\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d\Lambda_2}{du}+\frac{d\Lambda_1}{du}\right)\mathrm{E}+\left(\Lambda_1\frac{d\mathrm{E}}{d\beta}+\Lambda_2\frac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right)\frac{d\beta}{du}\right]=0.
\end{aligned}\right.
$$

Si on fait la somme de ces équations après les avoir multipliées respectivement par γ_1, γ_2, γ_3, puis par u_1, u_2, u_3, enfin par v_1, v_2, v_3, ayant égard d'ailleurs aux propriétés élémentaires des déterminants, on obtient encore ces trois relations :

$$
(41)\quad \left\{\begin{aligned}
&\left(\frac{d\mathrm{L}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)\gamma_1+\left(\frac{d\mathrm{M}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}\right)\gamma_2+\left(\frac{d\mathrm{M}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N}\right)\gamma_3\\
&+\left(\frac{d\beta}{dv}\frac{d\Lambda_2}{du}-\frac{d\beta}{du}\frac{d\Lambda_2}{dv}\right)\mathrm{WE}=0,\\
&\left(\frac{d\mathrm{L}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)u_1+\left(\frac{d\mathrm{M}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}\right)u_2+\left(\frac{d\mathrm{N}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N}\right)u_3\\
&+\left[\left(\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d\Lambda_2}{dv}-\frac{d\beta}{dv}\frac{d\Lambda_2}{d\gamma}-\frac{d\Lambda_1}{dv}\right)\mathrm{E}-\left(\Lambda_1\frac{d\mathrm{E}}{d\beta}+\Lambda_2\frac{d\mathrm{E}}{d\beta}\right)\frac{d\beta}{dv}\right]\mathrm{W}=0,\\
&\left(\frac{d\mathrm{L}}{dl}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)v_1+\left(\frac{d\mathrm{M}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}\right)v_2+\left(\frac{d\mathrm{N}}{dt}\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N}\right)\\
&+\left[\left(\frac{d\beta}{du}\frac{d\Lambda_2}{d\gamma}-\frac{d\beta}{d\gamma}\frac{d\Lambda_2}{du}+\frac{d\Lambda_1}{du}\right)\mathrm{E}+\left(\Lambda_1\frac{d\mathrm{E}}{d\beta}+\Lambda_2\frac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right)\frac{d\beta}{du}\right]\mathrm{W}=0,
\end{aligned}\right.
$$

qui s'accordent avec les égalités (38) et les complètent. Ce sont trois équations dont les variables indépendantes sont les synorthogonies sup-

posées connues γ, u, v et où les variables dépendantes Λ_1, Λ_2, E, β se réduisent à trois si on y suppose $E = 1$.

6. — Il résulte des équations (33) que si l'on a :

$$(42)\qquad p\frac{d\Lambda_1}{dx} + q\frac{d\Lambda_1}{dy} + r\frac{d\Lambda_1}{dz} = 0, \qquad p\frac{d\Lambda_2}{dx} + q\frac{d\Lambda_2}{dy} + r\frac{d\Lambda_2}{dz} = 0,$$

ou ce qui revient au même :

$$(43)\qquad \frac{d\beta}{dv}\frac{d\Lambda_1}{du} - \frac{d\beta}{du}\frac{d\Lambda_1}{dv} = 0, \qquad \frac{d\beta}{dv}\frac{d\Lambda_2}{du} - \frac{d\beta}{du}\frac{d\Lambda_2}{dv} = 0,$$

d'où par suite :

$$(44)\qquad \Lambda_1 = f_1(\beta, \gamma), \qquad \Lambda_2 = f_2(\beta, \gamma),$$

il faudra que l'on ait en même temps :

$$(45)\quad \begin{cases} \left(\dfrac{d\mathrm{L}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)\dfrac{d\beta}{dx} + \left(\dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}\right)\dfrac{d\beta}{dy} + \left(\dfrac{d\mathrm{N}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N}\right)\dfrac{d\beta}{dz} = 0, \\ \left(\dfrac{d\mathrm{L}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)\dfrac{d\gamma}{dx} + \left(\dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}\right)\dfrac{d\gamma}{dy} + \left(\dfrac{d\mathrm{N}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N}\right)\dfrac{d\gamma}{dz} = 0, \end{cases}$$

ou bien :

$$(46)\qquad \frac{d\mathrm{L}}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L} = 0, \qquad \frac{d\mathrm{M}}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M} = 0, \qquad \frac{d\mathrm{M}}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N} = 0.$$

Dans les deux cas Λ_1 et Λ_2 doivent être exclusivement fonctions des paramètres β, γ ; mais dans le dernier, elles sont en outre assujetties à vérifier les égalités (18) et on a :

$$(47)\quad \begin{cases} \dfrac{d\mathrm{W}}{du_1}\left[\left(\dfrac{d\beta}{d\gamma}\dfrac{d\Lambda_2}{dv} - \dfrac{d\beta}{dv}\dfrac{d\Lambda_2}{d\gamma} - \dfrac{d\Lambda_1}{dv}\right)\mathrm{E} - \left(\Lambda_1\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta} + \Lambda_2\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right)\dfrac{d\beta}{dv}\right] \\ + \dfrac{d\mathrm{W}}{dv_1}\left[\left(\dfrac{d\beta}{du}\dfrac{d\Lambda_2}{d\gamma} - \dfrac{d\beta}{d\gamma}\dfrac{d\Lambda_2}{du} + \dfrac{d\Lambda_1}{du}\right)\mathrm{E} + \left(\Lambda_1\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta} + \Lambda_2\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right)\dfrac{d\beta}{du}\right] = 0, \\ \dfrac{d\mathrm{W}}{du_2}\left[\left(\dfrac{d\beta}{d\gamma}\dfrac{d\Lambda_2}{dv} - \dfrac{d\beta}{dv}\dfrac{d\Lambda_2}{d\gamma} - \dfrac{d\Lambda_1}{dv}\right)\mathrm{E} - \left(\Lambda_1\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta} + \Lambda_2\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right)\dfrac{d\beta}{dv}\right] \\ + \dfrac{d\mathrm{W}}{dv_2}\left[\left(\dfrac{d\beta}{du}\dfrac{d\Lambda_2}{d\gamma} - \dfrac{d\beta}{d\gamma}\dfrac{d\Lambda_2}{du} + \dfrac{d\Lambda_1}{du}\right)\mathrm{E} + \left(\Lambda_1\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta} + \Lambda_2\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right)\dfrac{d\beta}{du}\right] = 0, \\ \dfrac{d\mathrm{W}}{du_3}\left[\left(\dfrac{d\beta}{d\gamma}\dfrac{d\Lambda_2}{dv} - \dfrac{d\beta}{dv}\dfrac{d\Lambda_2}{d\gamma} - \dfrac{d\Lambda_1}{dv}\right)\mathrm{E} - \left(\Lambda_1\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta} + \Lambda_2\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right)\dfrac{d\beta}{dv}\right] \\ + \dfrac{d\mathrm{W}}{dv_3}\left[\left(\dfrac{d\beta}{du}\dfrac{d\Lambda_2}{d\gamma} - \dfrac{d\beta}{d\gamma}\dfrac{d\Lambda_2}{du} + \dfrac{d\Lambda_1}{du}\right)\mathrm{E} + \left(\Lambda_1\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta} + \Lambda_2\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right)\dfrac{d\beta}{du}\right] = 0, \end{cases}$$

relations qui se réduisent aux suivantes :

$$(48)\quad \begin{cases} \left(\dfrac{d\beta}{d\gamma}\dfrac{d\Lambda_2}{dv} - \dfrac{d\beta}{dv}\dfrac{d\Lambda_2}{d\gamma} - \dfrac{d\Lambda_1}{dv}\right)\mathrm{E} - \left(\Lambda_1\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta} + \Lambda_2\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right)\dfrac{d\beta}{dv} = 0, \\ \left(\dfrac{d\beta}{d\gamma}\dfrac{d\Lambda_2}{du} - \dfrac{d\beta}{du}\dfrac{d\Lambda_2}{d\gamma} - \dfrac{d\Lambda_1}{du}\right)\mathrm{E} - \left(\Lambda_1\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta} + \Lambda_2\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma}\right)\dfrac{d\beta}{du} = 0. \end{cases}$$

Celles-ci peuvent d'ailleurs se ramener à cette seule égalité :

$$(49)\quad \begin{cases} \left(\dfrac{d\beta_2}{du} + \dfrac{d\beta_2}{dv}\right)\left(\Lambda_1\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta} + \Lambda_2\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma} + \dfrac{d\Lambda_2}{d\gamma}\mathrm{E}\right) \\ = \left[\dfrac{d\beta}{d\gamma}\dfrac{d\beta}{dv}\dfrac{d\Lambda_2}{du} + \dfrac{d\beta}{d\gamma}\dfrac{d\beta}{du}\dfrac{d\Lambda_2}{du} - \dfrac{d\beta}{dv}\dfrac{d\Lambda_1}{dv} - \dfrac{d\beta}{du}\dfrac{d\Lambda_1}{du}\right]\mathrm{E}, \end{cases}$$

qui doit avoir lieu simultanément avec les relations (46).

Si, au lieu des équations (46), c'étaient les formules (45), dont il y aurait à faire emploi, il faudrait se reporter aux équations (38), qui deviennent alors :

$$(50)\quad \begin{cases} \left(\dfrac{d\mathrm{L}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)\left(u_1\dfrac{d\beta}{du} + v_1\dfrac{d\beta}{dv}\right) + \left(\dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Lambda^2\mathrm{M}\right)\left(u_2\dfrac{d\beta}{du} + v^2\dfrac{d\beta}{dv}\right) \\ \qquad + \left(\dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Lambda^2\mathrm{M}\right)\left(u_3\dfrac{d\beta}{du} + v_3\dfrac{d\beta}{dv}\right) = 0, \\ \left(\dfrac{d\mathrm{L}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)\gamma_1 + \left(\dfrac{d\mathrm{L}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)\gamma_2 + \left(\dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)\gamma_3 = 0. \end{cases}$$

Dans le cas où se produit la stabilité des vélocites caractérisée par les équations $\dfrac{d\beta}{dt} = 0$, $\dfrac{d\gamma}{dt} = 0$, comme le temps t n'entre que par la fonction E, dans les expressions des composantes de la rotation élémentaire, il en résulte que l'on a :

$$(51)\quad \begin{cases} \dfrac{d\mathrm{L}}{dt}\dfrac{d\beta}{dx} + \dfrac{d\mathrm{M}}{dt}\dfrac{d\beta}{dy} + \dfrac{d\mathrm{N}}{dt}\dfrac{d\beta}{dz} = \dfrac{d\Lambda_1}{dt}, \\ \dfrac{d\mathrm{L}}{dt}\dfrac{d\gamma}{dx} + \dfrac{d\mathrm{M}}{dt}\dfrac{d\gamma}{dy} + \dfrac{d\mathrm{N}}{dt}\dfrac{d\gamma}{dz} = \dfrac{d\Lambda_2}{dt}, \end{cases}$$

et les équations (33) deviennent :

$$(52)\quad \begin{cases} p\dfrac{d\Lambda_1}{dx} + q\dfrac{d\Lambda_1}{dy} + r\dfrac{d\Lambda_1}{dz} + \dfrac{d\Lambda_1}{dt} = \dfrac{h}{\rho}\left(\dfrac{d\beta}{dx}\Delta^2\mathrm{L} + \dfrac{d\beta}{dy}\Delta^2\mathrm{M} + \dfrac{d\beta}{dz}\Delta^2\mathrm{N}\right), \\ p\dfrac{d\Lambda^2}{dx} + q\dfrac{d\Lambda_2}{dy} + r\dfrac{d\Lambda_2}{dz} + \dfrac{d\Lambda_2}{dt} = \dfrac{h}{\rho}\left(\dfrac{d\gamma}{dx}\Delta^2\mathrm{L} + \dfrac{d\gamma}{dy}\Delta^2\mathrm{M} + \dfrac{d\gamma}{dz}\Delta^2\mathrm{N}\right). \end{cases}$$

Si leurs seconds membres s'annulent, ce qui a lieu non seulement quand on fait abstraction de la viscosité du liquide, mais aussi quand on a les relations :

$$\frac{d\beta}{dx}\Delta^2\mathrm{L}+\frac{d\beta}{dy}\Delta^2\mathrm{M}+\frac{d\beta}{dz}\Delta^2\mathrm{N}=0,\qquad \frac{d\gamma}{dx}\Delta^2\mathrm{L}+\frac{d\gamma}{dy}\Delta^2\mathrm{M}+\frac{d\gamma}{dz}\Delta^2\mathrm{N}=0,$$

les équations aux dérivées partielles du premier ordre et linéaires (52) deviennent homogènes et leur intégration est facile, car on en connaît deux intégrales : $\beta = \text{const.}$, $\gamma = \text{const.}$ Pour obtenir la troisième, il suffit d'intégrer, par exemple, l'équation différentielle :

$$\frac{dx}{\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz}-\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}}-\mathrm{E}dt=0, \tag{53}$$

en y traitant β, γ comme des constantes. Si donc on pose :

$$\int\frac{dx}{\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz}-\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}}=\mathrm{X},\qquad \int\mathrm{E}dt=\mathrm{T},$$

on aura pour l'intégrale demandée :

$$\mathrm{T}-\mathrm{X}=\alpha=\text{const.}, \tag{54}$$

et pour les expressions de Λ_1 et Λ_2 :

$$\Lambda_1=\mathrm{F}_1(\alpha,\beta,\gamma),\qquad \Lambda_2=\mathrm{F}_2(\alpha,\beta,\gamma). \tag{55}$$

Par suite, il vient :

$$\frac{d\Lambda_2}{dy}=\frac{d\mathrm{F}_2}{d\alpha}\left(\frac{d\mathrm{T}}{d\beta}\frac{d\beta}{dy}+\frac{d\mathrm{T}}{d\gamma}\frac{d\gamma}{dy}-\frac{d\mathrm{X}}{d\beta}\frac{d\beta}{dy}-\frac{d\mathrm{X}}{d\gamma}\frac{d\gamma}{dy}\right)+\frac{d\mathrm{F}_2}{d\beta}\frac{d\beta}{dy}+\frac{d\mathrm{F}_2}{d\gamma}\frac{d\gamma}{dy},$$
$$\frac{d\Lambda_2}{dz}=\frac{d\mathrm{F}_2}{d\alpha}\left(\frac{d\mathrm{T}}{d\beta}\frac{d\beta}{dz}+\frac{d\mathrm{T}}{d\gamma}\frac{d\gamma}{dz}-\frac{d\mathrm{X}}{d\beta}\frac{d\beta}{dz}-\frac{d\mathrm{X}}{d\gamma}\frac{d\gamma}{dz}\right)+\frac{d\mathrm{F}_2}{d\beta}\frac{d\beta}{dz}+\frac{d\mathrm{F}_2}{d\gamma}\frac{d\gamma}{dz},$$

et

$$\frac{d\beta}{dz}\frac{d\Lambda_2}{dy}-\frac{d\beta}{dy}\frac{d\Lambda_2}{dz}=\left(\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz}-\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}\right)\left(\frac{d\mathrm{F}_2}{d\alpha}\frac{d\mathrm{X}}{d\gamma}-\frac{d\mathrm{F}_2}{d\alpha}\frac{d\mathrm{T}}{d\gamma}-\frac{d\mathrm{F}_2}{d\gamma}\right).$$

On obtient de la même manière :

$$\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\Lambda_1}{dz}-\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\Lambda_1}{dy}=\left(\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz}-\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}\right)\left(\frac{d\mathrm{F}_1}{d\alpha}\frac{d\mathrm{X}}{d\beta}-\frac{d\mathrm{F}_1}{d\alpha}\frac{d\mathrm{T}}{d\beta}-\frac{d\mathrm{F}_1}{d\beta}\right),$$

et comme on a :

$$\frac{d\Lambda_2}{d\gamma} = \frac{dF_2}{d\alpha}\left(\frac{dT}{d\gamma} - \frac{dX}{d\gamma}\right) + \frac{dF_2}{d\gamma}, \qquad \frac{d\Lambda_1}{d\beta} = \frac{dF_1}{d\alpha}\left(\frac{dT}{d\beta} - \frac{dX}{d\beta}\right) + \frac{dF_1}{d\beta},$$

il vient dans le cas particulier considéré pour la première des équations (32) :

$$(56) \qquad \frac{dL}{dt} = \left(\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz} - \frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}\right)\left[\Lambda_1\frac{dE}{d\beta} + \Lambda_2\frac{dE}{d\gamma} + \left(\frac{d\Lambda_1}{d\beta} + \frac{d\Lambda_2}{d\gamma}\right)E\right].$$

Cette équation doit suffire avec les équations (52) pour remplacer les équations (32), et c'est ce dont on s'assure en poursuivant ce calcul. On a, par le même procédé :

$$\frac{d\beta}{dx}\frac{d\Lambda_2}{dz} - \frac{d\beta}{dz}\frac{d\Lambda_2}{dx} = \left(\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dx} - \frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dz}\right)\left(\frac{dF_2}{d\alpha}\frac{dX}{d\gamma} - \frac{dF_2}{d\alpha}\frac{dT}{d\gamma} - \frac{dF_2}{d\gamma}\right) + \frac{\dfrac{d\beta}{dz}}{\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dz} - \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dy}}\frac{dF_2}{d\alpha},$$

$$\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\Lambda_1}{dx} - \frac{d\gamma}{dx}\frac{d\Lambda_1}{dz} = \left(\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dx} - \frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dz}\right)\left(\frac{dF_1}{d\alpha}\frac{dX}{d\beta} - \frac{dF_1}{d\alpha}\frac{dT}{d\beta} - \frac{dF_1}{d\beta}\right) - \frac{\dfrac{d\gamma}{dz}}{\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dz} - \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dy}}\frac{dF_1}{d\alpha},$$

et il en résulte :

$$(57) \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{dM}{dt} = \left(\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dx} - \frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dz}\right)&\left[\Lambda_1\frac{dE}{d\beta} + \Lambda_2\frac{dE}{d\gamma} + \left(\frac{d\Lambda_1}{d\beta} + \frac{d\Lambda_2}{d\gamma}\right)E\right] \\ &+ \frac{\dfrac{d\gamma}{dz}\dfrac{dF_1}{d\alpha} - \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{dF_2}{d\alpha}}{\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dz} - \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dy}}E. \end{aligned} \right.$$

Par une transformation semblable de la dernière des équations (28), on obtient :

$$(58) \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{dM}{dt} = \left(\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dy} - \frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dx}\right)&\left[\Lambda_1\frac{dE}{d\beta} + \Lambda_2\frac{dE}{d\gamma} + \left(\frac{d\Lambda_1}{d\beta} + \frac{d\Lambda_2}{d\gamma}\right)E\right] \\ &+ \frac{\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{dF_2}{d\alpha} - \dfrac{d\gamma}{dy}\dfrac{dF_1}{d\alpha}}{\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dz} - \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dy}}E. \end{aligned} \right.$$

On peut vérifier l'exactitude de ce calcul en observant qu'il résulte des équations (56), (57), (58), tout aussi bien que des expressions (55).

$$(59)\quad \begin{cases} \dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{dL}{dt}+\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{dM}{dt}+\dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{dN}{dt}=\dfrac{d\Lambda_1}{dt}=E\dfrac{dF_1}{d\alpha}, \\ \dfrac{d\gamma}{dx}\dfrac{dL}{dt}+\dfrac{d\gamma}{dy}\dfrac{dM}{dt}+\dfrac{d\gamma}{dz}\dfrac{dN}{dt}=\dfrac{d\Lambda_2}{dt}=E\dfrac{dF_2}{d\alpha}. \end{cases}$$

Par suite de cette observation, les équations (57) et (58) deviennent :

$$(60)\quad \begin{cases} \dfrac{dM}{dt}=\left(\dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dx}-\dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{d\gamma}{dz}\right)\left[\Lambda_1\dfrac{dE}{d\beta}+\Lambda_2\dfrac{dE}{d\gamma}+\left(\dfrac{d\Lambda_1}{d\beta}+\dfrac{d\Lambda_2}{d\gamma}\right)E\right] \\ \qquad\qquad +\dfrac{\dfrac{d\gamma}{dz}\dfrac{d\Lambda_1}{dt}-\dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\Lambda_2}{dt}}{\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dz}-\dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dy}}, \\ \dfrac{dM}{dt}=\left(\dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{d\gamma}{dy}-\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dx}\right)\left[\Lambda_1\dfrac{dE}{d\beta}+\Lambda_2\dfrac{dE}{d\gamma}+\left(\dfrac{d\Lambda_1}{d\beta}+\dfrac{d\Lambda_2}{d\gamma}\right)E\right] \\ \qquad\qquad +\dfrac{\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\Lambda_2}{dt}-\dfrac{d\gamma}{dy}\dfrac{d\Lambda_1}{dt}}{\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dz}-\dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dy}}, \end{cases}$$

et on reconnaît sans peine qu'elles sont exactement équivalentes aux équations (32).

D'ailleurs, on a comme expression des composantes de la rotation élémentaire (Congrès de Boulogne-sur-Mer, 1899) :

$$(61)\quad \begin{cases} 2L=\left(\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{dD}{d\alpha_3}-\dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{dD}{d\alpha_2}\right)\dfrac{dE}{d\beta}+\left(\dfrac{d\gamma}{dy}\dfrac{dD}{d\alpha_3}-\dfrac{d\gamma}{dz}\dfrac{dD}{d\alpha_2}\right)\dfrac{dE}{d\gamma} \\ \qquad\qquad +\left(\dfrac{d}{dy}\dfrac{dD}{d\alpha_3}-\dfrac{d}{dz}\dfrac{dD}{d\alpha_2}\right)E, \\ 2M=\left(\dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{dD}{d\alpha_1}-\dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{dD}{d\alpha_3}\right)\dfrac{dE}{d\beta}+\left(\dfrac{d\gamma}{dz}\dfrac{dD}{d\alpha_1}-\dfrac{d\gamma}{dx}\dfrac{dD}{d\alpha_3}\right)\dfrac{dE}{d\gamma} \\ \qquad\qquad +\left(\dfrac{d}{dz}\dfrac{dD}{d\alpha_1}-\dfrac{d}{dx}\dfrac{dD}{d\alpha_3}\right)E, \\ 2N=\left(\dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{dD}{d\alpha_2}-\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{dD}{d\alpha_1}\right)\dfrac{dE}{d\beta}+\left(\dfrac{d\gamma}{dx}\dfrac{dD}{d\alpha_2}-\dfrac{d\gamma}{dy}\dfrac{dD}{d\alpha_1}\right)\dfrac{dE}{d\gamma} \\ \qquad\qquad +\left(\dfrac{d}{dx}\dfrac{dD}{d\alpha_2}-\dfrac{d}{dy}\dfrac{dD}{d\alpha_1}\right)E, \end{cases}$$

et il en résulte pour Λ_1 et Λ_2 des expressions de la forme :

$$(62)\qquad 2\Lambda_1 = P^2\frac{dE}{d\gamma} + QE\,, \qquad 2\Lambda_2 = -P^2\frac{dE}{d\beta} - RE\,,$$

en posant pour simplifier :

$$\frac{dD_2}{d\alpha_1}+\frac{dD_2}{d\alpha_2}+\frac{dD_2}{d\alpha_3} = P^2 \left\{ \begin{array}{l} \left(\dfrac{d}{dy}\dfrac{dD}{d\alpha_3} - \dfrac{d}{dz}\dfrac{dD}{d\alpha_2}\right)\dfrac{d\beta}{dx} + \left(\dfrac{d}{dz}\dfrac{dD}{d\alpha_1} - \dfrac{d}{dx}\dfrac{dD}{d\alpha_3}\right)\dfrac{d\beta}{dy} \\ \qquad + \left(\dfrac{d}{dx}\dfrac{dD}{d\alpha_2} - \dfrac{d}{dy}\dfrac{dD}{d\alpha_1}\right)\dfrac{d\beta}{dz} = Q, \\ \left(\dfrac{d}{dy}\dfrac{dD}{d\alpha_3} - \dfrac{d}{dz}\dfrac{dD}{d\alpha_2}\right)\dfrac{d\gamma}{dx} + \left(\dfrac{d}{dz}\dfrac{dD}{d\alpha_1} - \dfrac{d}{dx}\dfrac{dD}{d\alpha_3}\right)\dfrac{d\gamma}{dy} \\ \qquad + \left(\dfrac{d}{dx}\dfrac{dD}{d\alpha_2} - \dfrac{d}{dy}\dfrac{dD}{d\alpha_1}\right)\dfrac{d\gamma}{dz} = R\,. \end{array} \right.$$

Dans ce système de notations, les équations (56) et (60) deviennent :

$$(63)\left\{ \begin{array}{l} \left(\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{dD}{d\alpha_3} - \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{dD}{d\alpha_2}\right)\dfrac{d^2E}{d\beta dl} + \left(\dfrac{d\gamma}{dy}\dfrac{dD}{d\alpha_3} - \dfrac{d\gamma}{dz}\dfrac{dD}{d\alpha_2}\right)\dfrac{d^2E}{d\gamma dt} \\ \qquad + \left(\dfrac{d}{dy}\dfrac{dD}{d\alpha_3} - \dfrac{d}{dz}\dfrac{dD}{d\alpha_2}\right)\dfrac{dE}{dt} - 2\dfrac{dD}{d\alpha_1}\Gamma = 0, \\ \left(\dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{dD}{d\alpha_1} - \dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{dD}{d\alpha_3}\right)\dfrac{d^2E}{d\beta dt} + \left(\dfrac{d\gamma}{dz}\dfrac{dD}{d\alpha_1} - \dfrac{d\gamma}{dx}\dfrac{dD}{d\alpha_3}\right)\dfrac{d^2E}{d\gamma dt} \\ \qquad + \left(\dfrac{d}{dz}\dfrac{dD}{d\alpha_1} - \dfrac{d}{dx}\dfrac{dD}{d\alpha_3}\right)\dfrac{dE}{dt} - 2\dfrac{dD}{d\alpha_2}\Gamma - 2\dfrac{\dfrac{d\gamma}{dz}\dfrac{d\Lambda_1}{dt} - \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\Lambda_2}{dt}}{\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dz} - \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dz}} = 0, \\ \left(\dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{dD}{d\alpha_2} - \dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{dD}{d\alpha_1}\right)\dfrac{d^2E}{d\beta dt} + \left(\dfrac{d\gamma}{dx}\dfrac{dD}{d\alpha_2} - \dfrac{d\gamma}{dy}\dfrac{dD}{d\alpha_1}\right)\dfrac{d^2E}{d\gamma dt} \\ \qquad + \left(\dfrac{d}{dx}\dfrac{dD}{d\alpha_2} - \dfrac{d}{dy}\dfrac{dD}{dz_1}\right)\dfrac{dE}{dt} - 2\dfrac{dD}{dz_3}\Gamma - 2\dfrac{\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\Lambda_2}{dt} - \dfrac{d\gamma}{dy}\dfrac{d\Lambda_1}{dt}}{\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dz} - \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dy}}, \end{array} \right.$$

où l'on a :

$$2\frac{d\Lambda_1}{dt} = P^2\frac{d^2E}{d\gamma dt} + Q\frac{dE}{dt}, \qquad 2\frac{d\Lambda_2}{dt} = -P^2\frac{d^2E}{d\beta dt} + R\frac{dE}{dt},$$

$$\Gamma = \Lambda_1\frac{dE}{d\beta} + \Lambda_2\frac{dE}{d\gamma} + \left(\frac{d\Lambda_1}{d\beta} + \frac{d\Lambda_2}{d\gamma}\right)E.$$

On reconnaît d'ailleurs aisément qu'on peut substituer aux formules (63) les équations plus simples (62) jointes à la première des équations (63).

7. — Les calculs indiqués au numéro précédent paraissent être assez complexes, mais on peut démontrer, en s'appuyant sur la transformation des équations de Lagrange donnée par Cauchy dans le *Mémoire sur la théorie des ondes*, que l'on doit avoir tout au moins dans le cas de la stabilité des vélocites :

$$(64)\qquad \frac{d\Lambda_1}{dt} = \mathrm{E}\,\frac{d\Lambda_1}{d\alpha} = 0, \qquad \frac{d\Lambda_2}{dt} = \mathrm{E}\,\frac{d\Lambda_2}{d\alpha} = 0\,.$$

Cette transformation conduit, on le sait, aux formules :

$$(65)\quad \begin{cases} \mathrm{L} = \mathrm{L}_0\,\dfrac{dx}{da} + \mathrm{M}_0\,\dfrac{dx}{db} + \mathrm{N}_0\,\dfrac{dx}{dc}, \qquad \mathrm{M} = \mathrm{L}_0\,\dfrac{dy}{da} + \mathrm{M}_0\,\dfrac{dy}{db} + \mathrm{N}_0\,\dfrac{dz}{dc}, \\ \mathrm{N} = \mathrm{L}_0\,\dfrac{dz}{da} + \mathrm{M}_0\,\dfrac{dz}{db} + \mathrm{N}_0\,\dfrac{dz}{dc}, \end{cases}$$

(Cauchy. *Œuvres complètes*, 1re série, t. I, p. 40), où a, b, c sont les coordonnées initiales d'une molécule liquide et L_0, M_0, N_0 les composantes de sa rotation à l'origine du mouvement. Si on multiplie respectivement ces trois relations par $\frac{d\beta}{dx}$, $\frac{d\beta}{dy}$, $\frac{d\beta}{dz}$ et qu'on en fasse la somme, puis qu'on répète la même opération avec les facteurs $\frac{d\gamma}{dx}$, $\frac{d\gamma}{dy}$, $\frac{d\gamma}{dz}$, il vient :

$$(66)\quad \begin{cases} \Lambda_1 = \mathrm{L}_0\left(\dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{dx}{da} + \dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{dy}{da} + \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{dz}{dx}\right) + \mathrm{M}_0\left(\dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{dx}{db} + \dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{dy}{db} + \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{dz}{db}\right) \\ \qquad + \mathrm{N}_0\left(\dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{dx}{dc} + \dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{dy}{dc} + \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{dz}{dc}\right) = \Lambda_1^{(0)}, \\ \Lambda_2 = \mathrm{L}_0\,\dfrac{d\gamma}{da} + \mathrm{M}_0\,\dfrac{d\gamma}{db} + \mathrm{N}_0\,\dfrac{d\gamma}{dc} = \Lambda_2^0. \end{cases}$$

Ainsi les fonctions Λ_1 et Λ_2 demeurent constantes sur la trajectrice de chaque molécule liquide et par conséquent ne dépendent en général que des arguments β et γ. Il faut donc que l'on ait, comme lorsqu'il s'agit du mouvement permanent (Congrès de Paris, 1900), pour le cas plus général de la stabilité des vélocites, les expressions (44) pour Λ_1 et Λ_2.

En résumé et quelle que soit la valeur des considérations qui précèdent, il convient de se borner à l'étude des mouvements de liquide pour lesquels ont lieu les relations (44) et (45). En répétant avec cette restriction les

calculs du n° 6, on reconnaît aisément que les équations (32) se réduisent aux suivantes :

$$(67)\quad \begin{cases} \dfrac{d\mathrm{L}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\,\Delta^2\mathrm{L} = \dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\left[\Lambda_1\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta} + \Lambda_2\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma} + \mathrm{E}\left(\dfrac{d\Lambda_1}{d\beta} + \dfrac{d\Lambda_2}{d\gamma}\right)\right], \\ \dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\,\Delta^2\mathrm{M} = \dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}\left[\Lambda_1\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta} + \Lambda_2\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma} + \mathrm{E}\left(\dfrac{d\Lambda_1}{d\beta} + \dfrac{d\Lambda_2}{d\gamma}\right)\right], \\ \dfrac{d\mathrm{N}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\,\Delta^2\mathrm{N} = \dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}\left[\Lambda_1\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta} + \Lambda_2\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma} + \mathrm{E}\left(\dfrac{d\Lambda_1}{d\beta} + \dfrac{d\Lambda_2}{d\gamma}\right)\right], \end{cases}$$

où l'on pourra substituer aux coordonnées cartésiennes les synorthogonies γ, v et u.

8. — On a par suite des expressions (27) données pour les composantes de la rotation élémentaire :

$$\mathrm{L}\frac{d\eta}{dx} + \mathrm{M}\frac{d\eta}{dy} + \mathrm{N}\frac{d\eta}{\delta z} = 0, \qquad \mathrm{L}\frac{d\gamma}{dx} + \mathrm{M}\frac{d\zeta}{dy} + \mathrm{N}\frac{d\zeta}{dz} = 0,$$

égalités d'où il résulte, dans le cas de la stabilité des vorticites :

$$(68)\quad \frac{d\eta}{dx}\frac{d\mathrm{L}}{dt} + \frac{d\eta}{dy}\frac{d\mathrm{M}}{dt} + \frac{d\eta}{dz}\frac{d\mathrm{N}}{dt} = 0, \quad \frac{d\zeta}{dx}\frac{d\mathrm{L}}{dt} + \frac{d\zeta}{dy}\frac{d\mathrm{M}}{dt} + \frac{d\zeta}{dz}\frac{d\mathrm{N}}{dt} = 0,$$

Si donc on fait abstraction de la viscosité du liquide ou que l'on ait :

$$(69)\ \frac{d\eta}{dx}\Delta^2\mathrm{L} + \frac{d\eta}{dy}\Delta^2\mathrm{M} + \frac{d\eta}{dz}\Delta^2\mathrm{N} = 0, \ \frac{d\zeta}{dx}\Delta^2\mathrm{L} + \frac{d\zeta}{dy}\Delta^2\mathrm{M} + \frac{d\zeta}{dz}\Delta^2\mathrm{N} = 0,$$

les équations (35) se réduisent à :

$$(70)\quad \mathrm{L}\frac{d\Gamma_1}{dx} + \mathrm{M}\frac{d\Gamma_1}{dy} + \mathrm{N}\frac{d\Gamma_1}{dz} = 0, \qquad \mathrm{L}\frac{d\Gamma_2}{dx} + \mathrm{M}\frac{d\Gamma_2}{dy} + \mathrm{N}\frac{d\Gamma_2}{dz},$$

d'où l'on conclut que Γ_1, Γ_2 doivent avoir des expressions de formes suivantes :

$$(71)\quad \begin{cases} \Gamma_1 = p\dfrac{d\eta}{dx} + q\dfrac{d\eta}{dy} + r\dfrac{d\eta}{dz} = \varphi_1(\eta,\zeta). \\ \Gamma_2 = p\dfrac{d\zeta}{dx} + q\dfrac{d\zeta}{dy} + r\dfrac{d\zeta}{dz} = \varphi_2(\eta,\zeta). \end{cases}$$

D'ailleurs les équations (34) se réduisent en même temps à :

$$(72)\quad \begin{cases} \dfrac{d\mathrm{L}}{dt}+\left(\dfrac{d\eta}{dy}\dfrac{d\zeta}{dz}-\dfrac{d\eta}{dz}\dfrac{d\zeta}{dy}\right)\left[\Gamma_1\dfrac{d\mathrm{H}}{d\eta}+\Gamma_2\dfrac{d\mathrm{H}}{d\zeta}+\left(\dfrac{d\Gamma_1}{d\eta}+\dfrac{d\Gamma_1}{d\zeta}\right)\mathrm{H}\right]=0, \\ \dfrac{d\mathrm{M}}{dt}+\left(\dfrac{d\eta}{dz}\dfrac{d\zeta}{dx}-\dfrac{d\eta}{dx}\dfrac{d\zeta}{dz}\right)\left[\Gamma_1\dfrac{d\mathrm{H}}{d\eta}+\Gamma_2\dfrac{d\mathrm{H}}{d\zeta}+\left(\dfrac{d\Gamma_1}{d\eta}+\dfrac{d\Gamma_1}{d\zeta}\right)\mathrm{H}\right]=0, \\ \dfrac{d\mathrm{N}}{dt}+\left(\dfrac{d\eta}{dx}\dfrac{d\zeta}{dy}-\dfrac{d\eta}{dy}\dfrac{d\zeta}{dx}\right)\left[\Gamma_1\dfrac{d\mathrm{H}}{d\eta}+\Gamma_2\dfrac{d\mathrm{H}}{d\zeta}+\left(\dfrac{d\Gamma_1}{d\eta}+\dfrac{d\Gamma_1}{d\zeta}\right)\mathrm{H}\right]=0, \end{cases}$$

et comme on a :

$$\frac{d\mathrm{L}}{dt}=\left(\frac{d\eta}{dy}\frac{d\zeta}{dz}-\frac{d\eta}{dz}\frac{d\zeta}{dy}\right)\frac{d\mathrm{H}}{dt},\qquad \frac{d\mathrm{M}}{dt}=\left(\frac{d\eta}{dz}\frac{d\zeta}{dx}-\frac{d\eta}{dx}\frac{d\zeta}{dz}\right)\frac{d\mathrm{H}}{dt},$$
$$\frac{d\mathrm{N}}{dt}=\left(\frac{d\eta}{dx}\frac{d\zeta}{dy}=\frac{d\eta}{dy}\frac{d\zeta}{dx}\right)\frac{d\mathrm{H}}{dt},$$

à cette seule équation :

$$(73)\qquad \frac{d\mathrm{H}}{dt}+\Gamma_1\frac{d\mathrm{H}}{d\eta}+\Gamma_2\frac{d\mathrm{H}}{d\zeta}+\left(\frac{d\Gamma_1}{d\eta}+\frac{d\Gamma_2}{d\zeta}\right)\mathrm{H}=0\ .$$

laquelle suffit avec les relations (71) à remplacer les équations (34) d'où elles ont été déduites.

Mais pour que les équations d'Euler (30) puissent être intégrées, il faut encore (*) déterminer les composantes p, q, r de manière que, satisfaisant aux relations (71), elles vérifient en même temps les équations dites de Helmholtz. On peut pour cela faire usage d'une transformation communiquée à l'Académie des Sciences dans sa séance du 23 novembre 1896 et reproduite dans les comptes rendus de l'Association française (Congrès de Saint-Étienne, 1897).

Ces équations se présentent ainsi dans le cas actuel :

$$(74)\quad \begin{cases} \dfrac{d\mathrm{L}}{dt}+\mathrm{R}\dfrac{d\mathrm{L}}{dx}p+\left(\dfrac{d\mathrm{M}}{dx}+\dfrac{d\mathrm{L}}{dy}\right)q+\left(\dfrac{d\mathrm{L}}{dz}+\dfrac{d\mathrm{N}}{dx}\right)r+\dfrac{d\Pi}{dx}, \\ \dfrac{d\mathrm{M}}{dt}+\left(\dfrac{d\mathrm{M}}{dx}+\dfrac{d\mathrm{L}}{dy}\right)p+2\dfrac{d\mathrm{M}}{dy}q+\left(\dfrac{d\mathrm{N}}{dy}=\dfrac{d\mathrm{M}}{dz}\right)r+\dfrac{d\Pi}{dy}\mathrm{L}p+\mathrm{M}q+\mathrm{N}r=11, \\ \dfrac{d\mathrm{N}}{dt}+\left(\dfrac{d\mathrm{L}}{dz}\dfrac{d\mathrm{M}}{dx}\right)p+\left(\dfrac{d\mathrm{N}}{dy}+\dfrac{d\mathrm{M}}{dz}\right)q+2\dfrac{d\mathrm{N}}{dz}r+\dfrac{d\Pi}{dz}. \end{cases}$$

et si l'on suppose connues les fonctions η, ζ, on pourra obtenir p, q, r en fonction de ces quantités. Car, en posant pour simplifier :

$$\frac{d\mathrm{N}}{dy}+\frac{d\mathrm{M}}{dz}=2u,\qquad \frac{d\mathrm{L}}{dz}+\frac{d\mathrm{N}}{dx}=2v,\qquad \frac{d\mathrm{M}}{dx}+\frac{d\mathrm{L}}{dy}=2w.$$

(*) Voir Kirchhoff : *Physique mathématique*, 1re partie, 20e leçon, § I.

et désignant par K le déterminant symétrique :

$$\begin{vmatrix} \frac{d\mathrm{L}}{dx} & w & v \\ w & \frac{d\mathrm{M}}{dy} & u \\ v & u & \frac{d\mathrm{N}}{dz} \end{vmatrix} = \mathrm{K},$$

on déduit des équations (74)

$$(75)\quad \begin{cases} 2\mathrm{K}p = \left(\frac{d\mathrm{M}}{dy}\frac{d\mathrm{M}}{dz} - u^2\right)\left(\frac{d\Pi}{dx} - \frac{d\mathrm{L}}{dt}\right) + \left(uv - w\frac{d\mathrm{N}}{dz}\right)\left(\frac{d\Pi}{dy} - \frac{d\mathrm{M}}{dt}\right) \\ \qquad\qquad + \left(wu - v\frac{d\mathrm{M}}{dy}\right)\left(\frac{d\Pi}{dz} - \frac{d\mathrm{N}}{dt}\right), \\ 2\mathrm{K}q = \left(uv - w\frac{d\mathrm{N}}{dz}\right)\left(\frac{d\Pi}{dx} - \frac{d\mathrm{L}}{dt}\right) + \left(\frac{d\mathrm{N}}{dz}\frac{d\mathrm{L}}{dx} - v^2\right)\left(\frac{d\Pi}{dy} - \frac{d\mathrm{M}}{dt}\right) \\ \qquad\qquad + \left(vw - u\frac{d\mathrm{L}}{dx}\right)\left(\frac{d\Pi}{dz} - \frac{d\mathrm{N}}{dt}\right), \\ 2\mathrm{K}r = \left(wu - v\frac{d\mathrm{M}}{dy}\right)\left(\frac{d\Pi}{dx} - \frac{d\mathrm{L}}{dt}\right) + \left(vw - u\frac{d\mathrm{L}}{dx}\right)\left(\frac{d\Pi}{dy} - \frac{d\mathrm{M}}{dt}\right) \\ \qquad\qquad + \left(\frac{d\mathrm{L}}{dx}\frac{d\mathrm{M}}{dy} - u^2\right)\left(\frac{d\Pi}{dz} - \frac{d\mathrm{N}}{dt}\right). \end{cases}$$

et pour déterminer Π l'équation aux dérivées partielles du premier ordre et linéaire :

$$(76)\quad 2\mathrm{K}\Pi = \begin{vmatrix} \mathrm{L} & w & v \\ \mathrm{M} & \frac{d\mathrm{M}}{dy} & u \\ \mathrm{N} & u & \frac{d\mathrm{N}}{dz} \end{vmatrix}\left(\frac{d\Pi}{dx} - \frac{d\mathrm{L}}{dt}\right) + \begin{vmatrix} \frac{d\mathrm{L}}{dx} & \mathrm{L} & v \\ w & \mathrm{M} & u \\ v & \mathrm{N} & \frac{d\mathrm{N}}{dz} \end{vmatrix}\left(\frac{d\Pi}{dy} - \frac{d\mathrm{M}}{dt}\right) + \begin{vmatrix} \frac{d\mathrm{L}}{dx} & w & \mathrm{L} \\ w & \frac{d\mathrm{M}}{dy} & \mathrm{M} \\ v & u & \mathrm{N} \end{vmatrix}\left(\frac{d\Pi}{dz} - \frac{d\mathrm{N}}{dt}\right.$$

On peut d'ailleurs substituer à cette équation aux dérivées partielles, les équations différentielles simultanées :

$$(77)\quad \left\{ \frac{\frac{d\mathrm{L}}{dx}dx + wdy + vdz}{\mathrm{KL}} = \frac{wdx + \frac{d\mathrm{M}}{dy}dz + udz}{\mathrm{KM}} = \frac{vdx + udx + \frac{d\mathrm{M}}{dz}dz}{\mathrm{KN}} = \frac{d\Pi}{2\mathrm{K}\Pi + \Sigma} \right.$$

en désignant pour simplifier par $2\mathrm{K}\Pi + \Sigma$ le premier membre de l'équation (76) après qu'on y a transporté pour la compléter tous les termes du second membre indépendants des quotients différentiels de Π.

Lorsqu'on aura ainsi déterminé Π, les expressions de p, q, r résulteront

de cette nouvelle relation jointe aux égalités (71), mais il faudra de plus que ces expressions vérifient les égalités principales.

$$(78)\quad \frac{dz}{dy}-\frac{dq}{dz}=2\mathrm{L},\quad \frac{dp}{dz}-\frac{dr}{dx}=2\mathrm{M},\quad \frac{dq}{dx}-\frac{dp}{dy}=2\mathrm{N},$$

et même celles-ci :

$$(79)\quad \frac{d\mathrm{N}}{dy}-\frac{d\mathrm{M}}{dz}+2\Delta^2 p=0,\quad \frac{d\mathrm{L}}{dz}-\frac{d\mathrm{N}}{dx}+2\Delta^2 q=0,\quad \frac{d\mathrm{M}}{dx}-\frac{d\mathrm{L}}{dy}+2\Delta^2 r=0,$$

qui sont d'un fréquent usage quoiqu'elles ne soient que la conséquence des précédentes.

Je n'examinerai pas ici les modifications que doit recevoir le calcul indiqué lorsque les vorticites ne sont pas stables. Si d'ailleurs, il paraît nécessaire d'avoir égard à la viscosité du liquide, on devra substituer aux équations (70) et (72) les suivantes :

$$(80)\quad \begin{cases} \mathrm{L}\dfrac{d\Gamma_1}{dx}+\mathrm{M}\dfrac{d\Gamma_1}{dy}+\mathrm{N}\dfrac{d\Gamma_1}{dz}+\dfrac{h}{\rho}\left(\dfrac{d\eta}{dx}\Delta^2\mathrm{L}+\dfrac{d\eta}{dy}\Delta^2\mathrm{M}+\dfrac{d\eta}{dz}\Delta^2\mathrm{N}\right)=0, \\ \mathrm{L}\dfrac{d\Gamma_2}{dx}+\mathrm{M}\dfrac{d\Gamma_2}{dy}+\mathrm{N}\dfrac{d\Gamma_2}{dz}+\dfrac{h}{\rho}\left(\dfrac{d\zeta}{dx}\Delta^2\mathrm{L}+\dfrac{d\zeta}{dy}\Delta^2\mathrm{M}+\dfrac{d\zeta}{dz}\Delta^2\mathrm{N}\right)=0, \end{cases}$$

et

$$(81)\quad \begin{cases} \dfrac{d\mathrm{L}}{dt}-\dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}+\left(\dfrac{d\eta}{dy}\dfrac{d\zeta}{dz}-\dfrac{d\eta}{dz}\dfrac{d\zeta}{dy}\right)\left[\Gamma_2\dfrac{d\mathrm{H}}{d\zeta}+\Gamma_1\dfrac{d\mathrm{H}}{d\eta}+\left(\dfrac{d\Gamma_2}{d\zeta}+\dfrac{d\Gamma_1}{d\eta}\right)\mathrm{H}\right], \\ \dfrac{d\mathrm{M}}{dt}-\dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}+\left(\dfrac{d\eta}{dz}\dfrac{d\zeta}{dx}-\dfrac{d\eta}{dx}\dfrac{d\zeta}{dz}\right)\left[\Gamma_2\dfrac{d\mathrm{H}}{d\zeta}+\Gamma_1\dfrac{d\mathrm{H}}{d\eta}+\left(\dfrac{d\Gamma_2}{d\zeta}+\dfrac{d\Gamma_1}{d\eta}\right)\mathrm{H}\right], \\ \dfrac{d\mathrm{N}}{dt}-\dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N}+\left(\dfrac{d\eta}{dx}\dfrac{d\zeta}{dy}-\dfrac{d\eta}{dy}\dfrac{d\zeta}{dx}\right)\left[\Gamma_2\dfrac{d\mathrm{H}}{d\zeta}+\Gamma_1\dfrac{d\mathrm{H}}{d\eta}+\left(\dfrac{d\Gamma_2}{d\zeta}+\dfrac{d\Gamma_1}{d\eta}\right)\mathrm{H}\right], \end{cases}$$

d'où il résulte encore :

$$\begin{aligned} &\left(\frac{d\eta}{dy}\frac{d\zeta}{dz}-\frac{d\eta}{dz}\frac{d\zeta}{dy}\right)\left[\Gamma_2\frac{d\mathrm{H}}{d\zeta}+\Gamma_1\frac{d\mathrm{H}}{d\eta}+\left(\frac{d\Gamma_2}{d\zeta}+\frac{d\Gamma_1}{d\eta}\right)\mathrm{H}+\frac{d\mathrm{H}}{dt}\right]=\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}, \\ &\left(\frac{d\eta}{dz}\frac{d\zeta}{dx}-\frac{d\eta}{dx}\frac{d\zeta}{dz}\right)\left[\Gamma_2\frac{d\mathrm{H}}{d\zeta}+\Gamma_1\frac{d\mathrm{H}}{d\eta}+\left(\frac{d\Gamma_2}{d\zeta}+\frac{d\Gamma_1}{d\eta}\right)\mathrm{H}+\frac{d\mathrm{H}}{dt}\right]=\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}, \\ &\left(\frac{d\eta}{dx}\frac{d\zeta}{dy}-\frac{d\eta}{dy}\frac{d\zeta}{dx}\right)\left[\Gamma_2\frac{d\mathrm{H}}{d\zeta}+\Gamma_1\frac{d\mathrm{H}}{d\eta}+\left(\frac{d\Gamma_2}{d\zeta}+\frac{d\Gamma_1}{d\eta}\right)\mathrm{H}+\frac{d\mathrm{H}}{dt}\right]=\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N}. \end{aligned}$$

et par conséquent :

$$(82)\quad \begin{cases} \dfrac{d\eta}{dx}\Delta^2\mathrm{L}+\dfrac{d\eta}{dy}\Delta^2\mathrm{M}+\dfrac{d\eta}{dz}\Delta^2\mathrm{N}=0,\quad \dfrac{d\zeta}{dx}\Delta^2\mathrm{L}+\dfrac{d\zeta}{dy}\Delta^2\mathrm{M}+\dfrac{d\zeta}{dz}\Delta^2\mathrm{N}=0, \\ \dfrac{d\mathrm{H}}{dt}+\Gamma_1\dfrac{d\mathrm{H}}{d\eta}+\Gamma_2\dfrac{d\mathrm{H}}{d\zeta}+\left(\dfrac{d\Gamma_1}{d\eta}+\dfrac{d\Gamma_2}{d\zeta}\right)\mathrm{H}=0. \end{cases}$$

Telles sont les trois équations à vérifier dans le cas le plus général de la stabilité des vorticites.

9. — Je regrette de ne pouvoir ici par le défaut d'espace et de temps *(spatiis exclusus iniquis)*, apporter quelques exemples à l'appui des considérations qui précèdent. La mise en équations du problème de Helmholtz sur les tourbillons circulaires (Congrès de Boulogne-sur-Mer, 1899) peut servir de justification aux calculs du n° 8, qui n'en sont en quelque sorte que la généralisation. Quant aux numéros précédents; les applications qui s'y rapportent paraissent généralement sujettes à d'assez grandes difficultés ; il paraît donc indispensable de procéder par degrés et de ne traiter d'abord que des cas très simples. A ce point de vue, il y a lieu de distinguer le mouvement par filets liquides qui jouissent de la propriété d'être les trajectoires d'une série de surfaces à un paramètre variable. Ce problème a pour équation caractéristique :

$$(83)\quad \left\{ \begin{aligned} &2\mathrm{L}p + 2\mathrm{M}q + 2\mathrm{N}r = 2\Pi = \left[\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\left(\frac{d}{dy}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3} - \frac{d}{dz}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}\right)\right. \\ &\left. + \frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}\left(\frac{d}{dz}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1} - \frac{d}{dx}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}\right) + \frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}\left(\frac{d}{dx}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2} - \frac{d}{dy}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\right)\right]\mathrm{E}^2 = 0, \end{aligned} \right.$$

et il a trait à deux genres de mouvements : celui pour lequel l'axe de la rotation élémentaire est en tous les points de la masse liquide, normal à la vitesse, et celui que spécifie l'existence d'un potentiel de vitesse.

On a des idées très claires de l'un et de l'autre et tous deux dérivent de la même manière d'une équation α de $x, y, z,$ en posant :

$$\frac{\dfrac{dx}{d\alpha}}{\dfrac{dx}{}} = \frac{\dfrac{dy}{d\alpha}}{\dfrac{dy}{}} = \frac{\dfrac{dz}{d\alpha}}{\dfrac{dz}{}},$$

équation différentielle dont les intégrales β, γ font connaître les vélocites.

Ceci n'est d'ailleurs qu'une opération préliminaire, car il faut ensuite avec ces trois fonctions vérifier les équations aux dérivées partielles de l'Hydrodynamique.

Mais ce calcul est relativement facile, d'autant plus qu'on peut déduire aisément les composantes de la rotation élémentaire de celles de la vitesse. Soit en effet en posant ce qui est toujours permis $\mathrm{E} = 1$:

$$p = e\frac{d\alpha}{dx}, \qquad q = e\frac{d\alpha}{dy}, \qquad r = e\frac{d\alpha}{dz}, \qquad e = \frac{\mathrm{BC}\sin\theta}{\mathrm{A}},$$

(Congrès de Nantes, 1898), il en résulte :

$$2\mathrm{L} = \frac{dz}{dy}\cdot\frac{dq}{dz} = \frac{de}{dy}\frac{d\alpha}{dz} - \frac{de}{dz}\frac{d\alpha}{dy}, \qquad 2\mathrm{M} = \frac{dp}{dz}\cdot\frac{dz}{dx} = \frac{de}{dz}\frac{d\alpha}{dx} = \frac{de}{dx}\frac{d\alpha}{dz},$$

$$2\mathrm{N} = \frac{dq}{dx}\cdot\frac{dp}{dy} = \frac{de}{dx}\frac{d\alpha}{dy}\cdot\frac{de}{dy}\frac{d\alpha}{dz},$$

et par suite en vertu des expressions (27) :

$$2\eta = e, \qquad \zeta = \alpha.$$

Le résultat qu'on doit attendre de cette vérification et qui en constitue la principale difficulté, c'est de reconnaître si le groupe adopté de synorthogonies comporte les deux genres de mouvements dont il s'agit ou bien un seul.

Pour qu'il y ait potentiel de vitesse, il est indispensable que la série des surfaces au paramètre α ou des orthogonies principales constitue ce que Lamé appelle une famille de surfaces isothermes. Cette condition est nécessaire et suffisante; si donc les surfaces α ne jouissent pas de cette propriété, on est assuré d'avance que le système ne comporte que des mouvements doués de rotation élémentaire. C'est ce qui a lieu, par exemple, pour les synorthogonies dont les équations ont été données au n° 1.

10. — Pour montrer par un exemple simple la manière d'opérer, je prendrai pour point de départ l'équation :

$$y^2 + z^2 - \alpha x - \alpha^2 = 0, \tag{84}$$

d'une famille de paraboloïdes homofocaux de révolution (Lamé, *Sur les fonctions inverses des transcendantes*, 1re leçon, § 9). On en déduit le système de coordonnées triple-orthogonales.

$$\left\{\begin{array}{l} \alpha = -x + \rho, \quad \beta = x + \rho, \quad \gamma = \dfrac{y}{z} \qquad \rho = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \\ x = \dfrac{\beta - \alpha}{2}, \quad y = \gamma\sqrt{\dfrac{\alpha\beta}{\gamma^2+1}}, \quad z = \sqrt{\dfrac{\alpha\beta}{\gamma^2+1}}, \quad \rho = \dfrac{\beta+\alpha}{2}, \quad y^2 + z^2 = \alpha\beta, \end{array}\right. \tag{85}$$

et par suite :

$$\frac{d\alpha_2}{dx} + \frac{d\alpha_2}{dy} + \frac{d\alpha_2}{dz} = \mathrm{A}^2 = 2\left(1 - \frac{x}{\rho}\right) = \frac{4\alpha}{\alpha+\beta},$$

$$\frac{d\beta^2}{dx} + \frac{d\beta^2}{dy} + \frac{d\beta^2}{dz} = \mathrm{B}^2 = 2\left(1 + \frac{x}{\rho}\right) = \frac{4\beta}{\alpha+\beta},$$

$$\frac{d\gamma_2}{dx} + \frac{d\gamma_2}{dy} + \frac{d\gamma_2}{dz} = \mathrm{C}^2 = \frac{(\gamma^2+1)^2}{\alpha\beta},$$

puis :

$$ABC = 4\frac{\gamma^2+1}{\alpha\beta}, \qquad \frac{BC}{A} = \frac{\gamma^2+1}{\alpha}.$$

D'après cela, il vient :

$$\frac{dD}{d\alpha_1} = \frac{\gamma^2+1}{\alpha}\frac{d\alpha}{dx} = -2\frac{\gamma^2+1}{\alpha+\beta},$$

$$\frac{dD}{d\alpha_2} = \frac{\gamma^2+1}{\alpha}\frac{d\alpha}{dy} = 2\gamma\sqrt{\gamma^2}\frac{\sqrt{\beta}}{+1(\alpha+\beta\sqrt{\alpha}},$$

$$\frac{dD}{d\alpha_3} = \frac{\gamma^2+1}{\alpha}\frac{d\alpha}{dz} = 2\sqrt{\gamma^2+1}\frac{\sqrt{\beta}}{(\alpha+\beta)\sqrt{\alpha}},$$

et

$$\frac{dD_2}{d\alpha_1}+\frac{dD_2}{d\alpha_2}+\frac{dD_2}{d\alpha_3} = \frac{(\gamma^2+1)^2}{\alpha^2}A^2 = 4\frac{(\gamma^2+1)^2}{\alpha(\alpha+\beta)}.$$

Si donc on pose :

$$(86) \qquad p = \frac{dD}{d\alpha_1}E, \qquad q = \frac{dD}{d\alpha_2}E, \qquad r = \frac{dD}{d\alpha_3}E,$$

on voit qu'il y a potentiel de vitesse pour $E = \frac{1}{\gamma^2+1}$; car il en résulte :

$$(87)\begin{cases} p = \frac{1}{\alpha}\frac{d\alpha}{dx} = -\frac{2}{\alpha+\beta}, \qquad q = \frac{1}{\alpha}\frac{d\alpha}{dy} = \frac{2\gamma}{\sqrt{(\gamma^2+1)}}\frac{\sqrt{\beta}}{(\alpha+\beta)\sqrt{\alpha}}, \\ r = \frac{1}{\alpha}\frac{d\alpha}{dz} = \frac{2\sqrt{\beta}}{\sqrt{\gamma^2+1}(\alpha+\beta)\sqrt{\alpha}}. \end{cases}$$

En effet, l'expression :

$$\log(x \pm \rho)$$

satisfait à l'équation différentielle du second ordre de Laplace et M. Boussinesq en a fait application à la théorie des corps élastiques en qualifiant de potentiel logarithmique à trois variables, l'intégrale $\int(z+\rho)dm$.

On peut, pour étudier ce genre de mouvements, consulter la méthode employée par Kirchoff pour un cas analogue (*Physique mathématique*, 17e leçon, §§ 4 et 5). Quant aux expressions plus générales (86) des composantes de la vitesse, il serait intéressant de savoir si elles peuvent encore pour une autre valeur de E, vérifier les équations aux dérivées partielles de l'hydrodynamique. Dans ce but, on a :

$$\frac{d}{dy}\frac{dD}{d\alpha_3} - \frac{d}{dz}\frac{dD}{d\alpha_2} = \frac{2\gamma}{\alpha}\left(\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\alpha}{dz} - \frac{d\gamma}{dz}\frac{d\alpha}{dy}\right), \qquad \frac{d}{dz}\frac{dD}{d\alpha_1} - \frac{d}{dx}\frac{dD}{d\alpha_3}$$

$$= \frac{2\gamma}{\alpha}\left(\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\alpha}{dx} - \frac{d\gamma}{dx}\frac{d\alpha}{dz}\right), \quad \frac{d}{dx}\frac{dD}{d\alpha_1} - \frac{d}{dy}\frac{dD}{d\alpha_1} = \frac{2\gamma}{\alpha}\left(\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\alpha}{dy} - \frac{d\gamma}{dy}\frac{d\alpha}{dx}\right),$$

et par suite :

$$\frac{d\beta}{dx}\left(\frac{d}{dy}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}-\frac{d}{dz}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}\right)+\frac{d\beta}{dy}\left(\frac{d}{dz}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}-\frac{d}{dx}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}\right)+\frac{d\beta}{dz}\left(\frac{d}{dx}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}-\frac{d}{dy}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\right)$$

$$=\frac{2\gamma}{\alpha}\begin{vmatrix}\frac{d\alpha}{dx}&\frac{d\alpha}{dy}&\frac{d\alpha}{dz}\\ \frac{d\beta}{dx}&\frac{d\beta}{dy}&\frac{d\beta}{dz}\\ \frac{d\gamma}{dx}&\frac{d\gamma}{dy}&\frac{d\gamma}{dz}\end{vmatrix}=8\,\frac{\gamma(\gamma^2+1)}{\alpha(\alpha+\beta)},$$

$$\frac{d\gamma}{dx}\left(\frac{d}{dy}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}-\frac{d}{dz}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}\right)+\frac{d\gamma}{dy}\left(\frac{d}{dz}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}-\frac{d}{dx}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}\right)+\frac{d\gamma}{dz}\left(\frac{d}{dx}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}-\frac{d}{dy}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\right)=0,$$

et il vient, par les formules (62) :

$$(88)\qquad 2\Lambda_1=4\,\frac{(\gamma^2+1)^2}{\alpha(\alpha+\beta)}\frac{d\mathrm{E}}{d\gamma}+8\,\frac{\gamma(\gamma^2+1)}{\alpha(\alpha+\beta)}\mathrm{E}\qquad 2\Lambda_2=-4\,\frac{(\gamma^2+1)^2}{\alpha(\alpha+\beta)}\frac{d\mathrm{E}}{d\beta}.$$

On a ensuite :

$$p\,\frac{d\Lambda_1}{dx}+q\,\frac{d\Lambda_1}{dy}+r\,\frac{d\Lambda_1}{dz}=\left(p\,\frac{d\alpha}{dx}+q\,\frac{d\alpha}{dy}+r\,\frac{d\alpha}{dz}\right)\frac{d\Lambda_1}{d\alpha}=4\,\frac{\gamma^2+1}{\alpha+\beta}\,\frac{d\Lambda_1}{d\alpha}\,\mathrm{E},$$

$$p\,\frac{d\Lambda_2}{dx}+q\,\frac{d\Lambda_2}{dy}+r\,\frac{d\Lambda_2}{dz}=\left(p\,\frac{d\alpha}{dx}+q\,\frac{d\alpha}{dy}+r\,\frac{d\alpha}{dz}\right)\frac{d\Lambda_2}{d\alpha}=4\,\frac{\gamma^2+1}{\alpha+\beta}\,\frac{d\Lambda_2}{d\alpha}\,\mathrm{E},$$

et par les équations (52) en faisant abstraction de la viscosité :

$$(89)\qquad 4\,\frac{\gamma^2+1}{\alpha+\beta}\,\frac{d\Lambda_1}{d\alpha}\,\mathrm{E}+\frac{d\Lambda_1}{dt}=0,\qquad 4\,\frac{\gamma^2+1}{\alpha+\beta}\,\frac{d\Lambda_2}{d\alpha}\,\mathrm{E}+\frac{d\Lambda_2}{dt}=0,$$

où l'on a :

$$\frac{d\Lambda_1}{d\alpha}=-2\,\frac{(\gamma^2+1)^2(2\alpha+\beta)}{\alpha^2(\alpha+\beta)^2}\,\frac{d\mathrm{E}}{dy}-4\,\frac{\gamma(\gamma^2+1)(2\alpha+\beta)}{\alpha^2(\alpha+\beta)^2}\,\mathrm{E},$$

$$\frac{d\Lambda_1}{dt}=2\,\frac{(\gamma^2+1)^2}{\alpha(\alpha+\beta)}\,\frac{d^2\mathrm{E}}{dydt}+4\,\frac{\gamma(\gamma^2+1)}{\alpha(\alpha+\beta)}\,\frac{d\mathrm{E}}{dt},$$

$$\frac{d\Lambda_2}{d\alpha}=2\,\frac{(\gamma^2+1)^2(2\alpha+\beta)}{\alpha^2(\alpha+\beta)^2}\,\frac{d\mathrm{E}}{d\beta},\qquad \frac{d\Lambda_2}{dt}=-2\,\frac{(\gamma^2+1)^2}{\alpha(\alpha+\beta)}\,\frac{d^2\mathrm{E}}{d\beta dt}.$$

D'après cela les équations (89) ne peuvent être vérifiées que si l'on pose:

$$\frac{d\mathrm{E}}{d\beta}=0, \qquad \frac{d\mathrm{E}}{dt}=0, \qquad 2(\gamma^2+1)\frac{d\mathrm{E}}{dy}+4\gamma\mathrm{E}=0,$$

ce qui ramène au cas où il y a potentiel de vitesse.

Je terminerai par une considération importante relativement aux mouvements avec potentiel de vitesse. Les équations aux dérivées partielles de Navier se réduisent alors à celles d'Euler, mais les conditions qui n'ont lieu qu'à la surface ne cessent pas d'être dissemblables. Sur ce point, les travaux de Lagrange demandaient à être complétés et ils l'ont été dans deux voies différentes, par les deux illustres ingénieurs que l'on peut appeler ses disciples, Cauchy et Navier.

Le premier a donné, dans son célèbre mémoire sur les ondes liquides, la théorie complète des effets du choc dans les liquides. Quant à Navier, il s'est plus spécialement occupé du jeu des forces élastiques et des modifications dues à la viscosité. Les formules qu'il a données pour les conditions qui n'ont lieu qu'à la surface extérieure des liquides conviennent aussi bien au cas où il y a un potentiel de vitesse qu'à celui où le mouvement devenu plus complexe comporte une rotation élémentaire des molécules. Il est même remarquable qu'avec la modification qu'il leur a fait subir, sans en donner le motif, elles ne sont plus exactes que s'il y a un potentiel de vitesse. On serait donc tenté de croire que, préoccupé à l'excès des difficultés d'intégration des équations aux dérivées partielles de l'Hydrodynamique et désespérant de les voir utiliser, il jugea à propos de se restreindre au cas particulier du potentiel de vitesse qu'Euler avait un instant assimilé à la question générale. Quoi qu'il en soit, ces formules ainsi modifiées suffisent tout au moins pour la détermination du coefficient de viscosité des liquides, et ce sont en même temps les plus simples qu'on puisse employer dans ce but. Il faudrait pour cela adopter des dispositifs qui permettraient de s'assurer que l'on en obtient des mouvements de liquide absolument dénués de rotation élémentaire ou de tourbillons. On ne serait plus arrêté par les difficultés de l'intégration des équations de l'Hydrodynamique, et en contrôlant par l'expérience les résultats du calcul, on arriverait nécessairement à déterminer la constante en question.

M. V. JAMET

Professeur au Lycée de Marseille.

SUR LES ÉQUATIONS ANHARMONIQUES [H. L.]

— Séance du 13 septembre —

1. — Nous nommerons, avec M. Autonne, *(Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 3e série, t. VI, 1900, *fascicule II)*, équation anharmonique, toute équation algébrique par rapport à une variable x, mais dont le premier membre, polynôme entier en x, aura pour coefficients des fonctions d'une variable t, choisies de telle sorte que toutes les racines de cette équation soient des intégrales d'une même équation différentielle de la forme :

$$\frac{dx}{dt} = A + Bx + Cx^2, \tag{1}$$

où A, B, C, désignent des fonctions de t; une telle équation différentielle se nommera une équation de Ricatti. Nous nous proposons d'abord de former l'équation anharmonique la plus générale ; nous en déduirons ensuite une propriété de ses covariants, démontrée pour la première fois par M. Darboux (Collectanea in memoriam P. Chelini) ; enfin, l'étude des équations anharmoniques du quatrième ordre nous fera connaître des relations qu'il nous a paru intéressant de signaler, entre les fonctions elliptiques et les équations anharmoniques.

2. — Soit :

$$F(x) = 0, \tag{2}$$

une équation anharmonique, $F(x)$ désignant un polynôme entier, où le terme de degré le plus élevé est $+ x^m$. Chacune de ses racines vérifie l'équation suivante :

$$\frac{dF}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} + \frac{dF}{dt} = 0,$$

et si elle vérifie aussi l'équation (1), on en déduira :

$$(A + Bx + Cx^2) \frac{dF}{dx} + \frac{dF}{dt} = 0.$$

Or cette dernière égalité sera, par rapport à x, une équation algébrique admettant toutes les racines de l'équation (2) et ayant pour terme de degré le plus élevé, mCx^{m+1}. Donc son premier membre sera divisible par $F(x)$ et l'on pourra trouver une fonction de t, x_0, par exemple, telle qu'on ait identiquement :

$$(A + Bx + Cx^2)\frac{dF}{dx} + \frac{dF}{dt} = mC(x - x_0)F(x),$$

ou bien, en faisant :

$$x = \frac{u}{v}, \qquad v^m F\left(\frac{u}{v}\right) = P(u, v, t),$$

et en appliquant le théorème d'Euler à la fonction P, homogène par rapport à u et v :

$$(Av^2 + Buv + Cu^2)\frac{dP}{du} + v\frac{dP}{dt} = C(u - x_0 v)\left(u\frac{dP}{du} + v\frac{dP}{dv}\right),$$

ou bien encore :

$$(3) \qquad [Av + (B + Cx_0)u]\frac{dP}{du} - C(u - x_0 v)\frac{dP}{dv} + \frac{dP}{dt} = 0.$$

S'il existe deux fonctions P_1, P_2, qui, mises à la place de P, vérifient cette équation aux dérivées partielles, son intégrale générale sera une fonction de P_1 et de P_2 ; et si P_1 et P_2 sont de la forme :

$$(A) \qquad \begin{aligned} P_1 &= u\varphi_1(t) + v\psi_1(t), \\ P_2 &= u\varphi_2(t) + v\psi_2(t), \end{aligned}$$

la fonction P que nous cherchons, devant être homogène et entière par rapport à u et v, sera une forme binaire en P_1 et P_2.

Or, si dans l'équation aux dérivées partielles (3) on fait la substitution :

$$P = u\varphi(t) + v\psi(t),$$

son premier membre se transformera en une forme linéaire en u et v, identiquement nulle si les coefficients de u et de v sont identiquement nuls, c'est-à-dire si l'on a :

$$(4) \qquad \begin{cases} (B + Cx_0)\varphi(t) - C\psi(t) + \varphi'(t) = 0, \\ A\varphi(t) + Cx_0\psi(t) + \psi'(t) = 0. \end{cases}$$

Or, si l'on choisit à volonté quatre fonctions $\varphi_1(t)$, $\psi_1(t)$, $\varphi_2(t)$, $\psi_2(t)$, et qu'on mette φ_1 et ψ_1, puis φ_2 et ψ_2, à la place de φ et de ψ dans les deux équations ci-dessus, on forme quatre équations où l'on peut regarder A, B,

C, x_0, comme des inconnues, et la résolution de ce système n'offre aucune difficulté. On trouvera, notamment :

$$x_0 = -\frac{\varphi_1\psi_2' - \varphi_2\psi_1'}{\varphi_1\varphi_2' - \varphi_2\varphi_1'}. \tag{5}$$

Mais la conclusion générale de notre calcul est la suivante :

« *On formera l'équation anharmonique la plus générale en faisant la substitution :*

$$x = u\varphi_1(t) + v\psi_1(t),$$
$$y + u\varphi_2(t) + v\psi_2(t),$$

dans une équation algébrique à coefficients constants, homogène par rapport à x *et à* y *; quant aux fonctions* φ_1, ψ_1, φ_2, ψ_2, *on pourra les choisir à volonté.* »

En outre, les fonctions A, B, C, pourront être calculées comme il suit : supposons qu'on ait fait la substitution ci-dessus dans une forme binaire, décomposable en un produit de facteurs linéaires tels que :

$$x - \alpha_i y.$$

La forme transformée s'annulera quand on attribuera aux variables u, v, des valeurs dont le rapport ξ remplira la condition :

$$\frac{\xi\varphi_1(t) + \psi_2(t)}{\xi\varphi_2(t) + \psi_2(t)} = \alpha_i,$$

d'où l'on déduit par différenciation :

$$[\xi\varphi_2(t) + \psi_2(t)]\,[\varphi_1(t)\frac{d\xi}{dt} + \xi\varphi_1'(t) + \psi_1'(t)]$$
$$-[\xi\varphi_1(t) + \psi_1(t)]\,[\varphi_2(t)\frac{d\xi}{dt} + \xi\varphi_2'(t) + \psi_2'(t)] = 0,$$

ou bien :

$$(\psi_2\varphi_1 - \psi_1\varphi_2)\frac{d\xi}{dt} + \psi_2\psi_1' - \psi_1\psi_2' + [\psi_2\varphi_1' + \varphi_2\psi_1' - \psi_1\varphi_2' - \varphi_1\psi_2']\,\xi$$
$$+ (\varphi_2\varphi_1' - \varphi_1\varphi_2')\xi^2 = 0;$$

et telle est l'équation de Ricatti corrrespondant à l'équation anharmonique ainsi formée.

On en conclut :

$$\mathrm{A} = \frac{\psi_1\psi_2' - \psi_2\psi_1'}{\psi_2\varphi_1 - \psi_1\varphi_2},\quad \mathrm{B} = \frac{\psi_1\varphi_2' + \varphi_1\psi_2' - \psi_2\varphi_1' - \varphi_2\psi_1'}{\varphi_2\psi_1 - \psi_1\varphi},\quad \mathrm{C} = \frac{\varphi_1\varphi_2' - \varphi_2\varphi_1'}{\varphi_2\psi_1 - \psi_1\varphi_2}.$$

Ces trois dernières formules, jointes à la formule (5), complètent entièrement la solution du problème.

4. — On peut se proposer, au contraire, de rechercher quelles doivent être les fonctions $\varphi_1(t)$, $\psi_1(t)$, $\varphi_2(t)$, $\psi_2(t)$, quand on a choisi à volonté les fonctions A, B, C. Je dis que cette recherche se ramène à l'intégration d'un système d'équations différentielles du premier ordre, où n'entre pas la fonction x_0. En effet, si l'on multiplie les deux membres de chacune des équations (4) par

$$e^{\int C x_0 dt},$$

et qu'on pose :

$$e^{\int C x_0 dt}\,\varphi(t) = \mathrm{Y}, \qquad e^{\int C x_0 dt}\,\psi(t) = \mathrm{X}, \tag{6}$$

le système des équations (4) se transforme en un nouveau système qui est le suivant :

$$\begin{cases} \mathrm{BY} - \mathrm{CX} + \dfrac{d\mathrm{Y}}{dt} = 0, \\ \mathrm{AY} + \dfrac{d\mathrm{X}}{dt} = 0, \end{cases} \tag{7}$$

ce qui démontre la proposition énoncée. Si l'on veut intégrer ce système d'équations, on éliminera X entre les équations (7) et l'on trouvera l'équation différentielle suivante, homogène et linéaire par rapport à Y et à ses dérivées :

$$\mathrm{AY} + \mathrm{D}t\left(\frac{\mathrm{BY} + \dfrac{d\mathrm{Y}}{dt}}{\mathrm{C}}\right) = 0. \tag{8}$$

Soient Y_1 et Y_2 deux intégrales de cette équation, indépendantes l'une de l'autre. Un premier système de fonctions φ, ψ, sera fourni par les formules :

$$\varphi_1(t) = \mathrm{Y}_1 e^{-\int C x_0 dt}, \quad \psi_1(t) = e^{-\int C x_0 dt}\cdot \frac{\mathrm{BY}_1 + \dfrac{d\mathrm{Y}_1}{dt}}{\mathrm{C}};$$

un deuxième système pour les formules :

$$\varphi_2(t) = \mathrm{Y}_2 e^{-\int C x_0 dt}, \quad \psi_2(t) = e^{-\int C x_0 dt}\cdot \frac{\mathrm{BY}_2 + \dfrac{d\mathrm{Y}_2}{dt}}{\mathrm{C}},$$

résultant, les unes et les autres, des formules de transformation (6) comparées avec la première des formules (7). Quant à la fonction x_0 qui entre dans les expressions trouvées pour φ_1, ψ_1, φ_2, ψ_2, elle n'interviendra pas

dans la transformation cherchée (A) ; car les formules (A) définiront toujours la même substitution, alors même qu'on aura multiplié leurs seconds membres par un même facteur, savoir :

$$Ce^{+\int Cx_0 dt}.$$

La substitution (A) deviendra donc la suivante :

$$(B)\begin{cases} x = CY_1 u + \left(BY_1 + \dfrac{dY_1}{dt}\right)v, \\ y = CY_2 u + \left(BY_2 + \dfrac{dY_2}{dt}\right)v. \end{cases}$$

5. — Mais les fonctions x et y, ainsi définies, dépendent des trois fonctions A, B, C, qui déterminent Y_1 et Y_2. Étant donnée l'équation :

$$\frac{dx}{dt} = A + Bx + Cx^2,$$

peut-on lui faire subir des transformations telles que les expressions de x et de y, analogues à celles que nous venons de trouver, dépendent de moins de trois fonctions arbitraires ? Tout d'abord, la substitution :

$$-t' = \int C dt, \qquad x + \frac{B}{2C} = x',$$

ramène l'équation précédente à la forme :

$$\frac{dx'}{dt'} + x'^2 = \Phi(t'),$$

de sorte qu'en supprimant les accents, nous pouvons supposer :

$$A = \Phi(t), \qquad B = 0, \qquad C = -1,$$

et les formules de substitution ci-dessous deviendront :

$$(C)\begin{cases} x = -Y_1 u + \dfrac{dY_1}{dt}v, \\ y = -Y_2 u + \dfrac{dY_2}{dt}v, \end{cases}$$

en supposant que Y_1 et Y_2 désignent deux intégrales, distinctes, de l'équation :

$$(9) \qquad \frac{d^2Y}{dt^2} = \Phi(t).Y$$

dans laquelle se transforme l'équation (8). Mais il y a, entre ces deux intégrales, une relation de la forme :

$$\frac{dY_2}{dt} - Y_2 \frac{dY_1}{dt} = H, \tag{10}$$

où H désigne une constante ; et réciproquement, tout système de deux fonctions Y_1, Y_2 qui vérifient une telle relation, constituent un système de deux intégrales d'une équation de la forme (9) ; et ces intégrales seront indépendantes si H n'est pas nulle. Mais la relation (10) est vérifiée quelle que soit la fonction $\Theta(t)$, si l'on fait :

$$Y_1 = \frac{1}{\sqrt{\Theta'(t)}}, \qquad Y_2 = \frac{\Theta(t)}{\sqrt{\Theta'(t)}}, \qquad H = +1 .$$

Donc on peut remplacer les formules de substitution (C) par les suivantes :

$$\text{(D)} \begin{cases} x = \dfrac{-u}{\sqrt{\Theta'(t)}} + D_t\left(\dfrac{1}{\sqrt{\Theta'(t)}}\right).v. \\ y = -\dfrac{\Theta(t)}{\sqrt{\Theta'(t)}}\,u + D_t\left(\dfrac{\Theta(t)}{\sqrt{\Theta'(t)}}\right).v, \end{cases}$$

En faisant cette substitution dans une équation algébrique quelconque, entière et homogène par rapport à x et à y, on est certain de trouver une équation dont toute racine ξ, $\left(\xi = \dfrac{u}{v}\right)$ vérifiera l'équation de Ricatti :

$$\frac{d\xi}{dt} + \xi^2 = \frac{-2\Theta'(t)\Theta'''(t) + 3\overline{\Theta''(t)}^2}{4\overline{\Theta'(t)}^2},$$

et les formules de substitution (D), tout aussi générales que les formules (B), ne contiennent qu'une seule fonction arbitraire $\Theta(t)$.

6. — Ayant démontré l'existence des équations anharmoniques, nous appellerons forme anharmonique le premier membre d'une telle équation, supposé entier et homogène par rapport aux variables u, v. Nous nous proposons d'étudier les covariants d'une forme anharmonique supposés eux-mêmes entiers et homogènes, et d'en déduire le théorème suivant, dû à M. Darboux :

« *Si toutes les racines d'une équation algébrique par rapport à une variable* x, *sont des intégrales d'une même équation de Ricatti, toutes les racines d'un quelconque de ses covariants sont des intégrales de la même*

équation de Ricatti. » A cet effet, nous appliquerons la loi de formation des covariants d'une forme binaire, telle qu'elle est établie dans le *Traité d'analyse* de **M. LAURENT**, t. I, p. 279.

Si la forme, de degré m,

$$f(u, v) \equiv v^m \mathrm{F}(x), \qquad \left(x = \frac{u}{v}\right),$$

s'annule pour $x = x_1$, $x = x_2$, ... $x = x_m$, et si dans le polynôme $\mathrm{F}(x)$, le terme de degré le plus élevé est $a_0 x^m$, on formera le produit:

$$a_0^{\mu}(x_\alpha - x_\beta)(x_\gamma - x_\delta)\ldots (x - x_\lambda)(x - x_\nu)\ldots$$

dans lequel α, β, γ, δ,... λ, ν... désignent les indices 1, 2, 3,... m, en ayant soin de faire entrer chacun de ces indices un même nombre de fois dans le produit; c'est ce nombre qu'on désignera par l'exposant μ. La somme de tous les produits formés d'après cette loi sera un covariant de la forme f, et tout covariant de la forme f sera égal à une telle somme.

Or ce calcul équivaut au suivant : si la forme f est décomposée en un produit de facteurs linéaires tel que :

$$(\alpha_1 u - \beta_1 v)(\alpha_2 u - \beta_2 v) \ldots (\alpha_m u - \beta_m v),$$

tout covariant de cette forme sera une somme de produits tels que le produit suivant :

$$\Pi(\alpha_i\beta_k - \alpha_k\beta_i)\Pi(\alpha_h u - \beta_h v), \tag{11}$$

formé en ayant soin de faire entrer le même nombre de fois dans chacun de ces produits, chacun des indices i, k, ... h ..., égaux, à l'ordre près, à 1, 2, 3 ... m. D'autre part, une forme anharmonique quelconque $\mathrm{P}(u, v)$ a été formée en faisant la substitution (A) dans une forme telle que :

$$(\alpha_1 x - \beta_1 y)(\alpha_2 x - \beta_2 y) \ldots (\alpha_m x - \beta_m y). \tag{12}$$

Donc :

$$\mathrm{P}(u, v) = \prod_{i=l}^{i=m} \left[\left(\alpha_i\varphi_1(t) - \beta_i\varphi_2(t)\right)u + \left(\alpha_i\psi_1(t) - \beta_i\psi_2(t)\right)v\right];$$

et pour former le terme général d'un covariant de la forme $\mathrm{P}(u_1 v)$, il suffira de remplacer, dans l'expression (11) :

$$\begin{aligned} \beta \text{ par } & -\alpha\psi_1(t) + \beta\psi_2(t), \\ \alpha \text{ par } & \alpha\varphi_1(t) - \beta\varphi_2(t). \end{aligned}$$

Donc :

$$\alpha_i\beta_k - \alpha_k\beta_i,$$

devra être remplacé par :

$$-\begin{vmatrix} \alpha_i\varphi_1(t) - \beta_i\varphi_2(t) & \alpha_i\psi_1(t) - \beta_i\psi_2(t) \\ \alpha_k\varphi_1(t) - \beta_k\varphi_2(t) & \alpha_k\psi_1(t) - \beta_k\psi_2(t) \end{vmatrix}$$

ou par le produit :

$$\begin{vmatrix} \alpha_i & \beta_i \\ \alpha_k & \beta_k \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} \varphi_1(t) & \varphi_2(t) \\ \psi_1(t) & \psi_2(t) \end{vmatrix}$$

ou encore par :

$$(\alpha_i\beta_k - \alpha_k\beta_i)\big(\varphi_1(t)\psi_2(t) - \varphi_2(t)\psi_1(t)\big).$$

D'autre part :

$$\alpha_h u - \beta_h v,$$

devra être remplacé par :

$$\big(\alpha_h\varphi_1(t) - \beta_h\varphi_2(t)\big)u + \big(\alpha_h\psi_1(t) - \beta_h\psi_2(t)\big)v = \alpha_h\big(u\varphi_1(t) + v\psi_1(t)\big) - \beta_h\big(u\varphi_2(t) + v\psi_2(t$$

et l'expression (11) deviendra :

$$\big[\varphi_1(t)\psi_2(t) - \varphi_2(t)\psi_1(t)\big]^n \Pi(\alpha_i\beta_k - \alpha_k\beta_i)\Pi\big[\alpha_h\big(u\varphi_1(t) + v\psi_1(t)\big) - \beta_h\big(u\varphi_2(t) + v\psi_2(t)\big)\big]$$

n désignant le nombre des facteurs indépendants de u et de v.

En faisant la somme de tous les termes analogues à celui-ci, on trouvera un covariant de la forme $P(u, v)$. Mais on trouvera aussi une forme identique à celle qu'on trouverait en faisant la substitution (A) dans l'un des covariants de la forme (12) et en multipliant la forme obtenue par :

$$\big[\varphi_1(t)\psi_2(t) - \varphi_2(t)\psi_1(t)\big]^n.$$

Donc : « *Si une forme anharmonique a été obtenue en faisant la substitution* (A) *dans une forme* f, *tout covariant de cette forme anharmonique s'obtient en faisant la même substitution dans un quelconque des covariants de* f. »

Il en résulte immédiatement que toute racine d'un covariant d'une telle forme anharmonique est une intégrale de l'équation différentielle :

$$(\psi_2\varphi_1 - \psi_1\varphi_2)\frac{d\xi}{dt} + \psi_2\psi_1' - \psi_1\psi_2' + [\psi_2\varphi_1' + \varphi_2\psi_1' - \psi_1\varphi_2' - \varphi_1\psi_2']\xi + (\varphi_2\varphi_1' - \varphi_1\varphi_2')\xi^2 = 0,$$

formée à la fin du paragraphe 3; ce qui démontre le théorème de M. Darboux, précédemment énoncé.

7. — Maintenant on comprendra la possibilité de ramener l'étude de l'équation anharmonique la plus générale à l'équation anharmonique du

quatrième degré, si l'on démontre que toute forme, de degré supérieur à quatre, a des covariants du quatrième ordre. Or si le polynôme :

$$a_0x^m + a_1x^{m-1} + \ldots + a_m,$$

s'annule pour $x = x_1$, $x = x_2$, $\ldots$ $x = x_m$, la forme correspondante, savoir :

$$a_0x^m + a_1x^{m-1}y + \ldots + a_my^m,$$

admettra au moins deux covariants du quatrième ordre, qu'on pourra former de la manière suivante :

1° Soit :

$$\alpha, \beta, \gamma, \ldots \lambda,$$

une quelconque des permutations des indices :

$$1, 2, 3, \ldots m.$$

La fonction :

$$a_0^2\sum(x_\gamma - x_\delta)(x_\delta - x_\varepsilon)\ldots(x_\lambda - x_\gamma)(x - x_\alpha)^2(x - x_\beta)^2$$

sera, d'après la loi énoncée au paragraphe 6, un covariant du quatrième ordre.

2° Il en est de même de la fonction :

$$a_0^4\sum(x_\beta - x_\gamma)^2(x_\gamma - x_\delta)^2\ldots(x_\lambda - x_\beta)^2(x - x_\alpha)^4.$$

Il en résulte qu'étant donnée une équation anharmonique, on peut toujours former au moins deux équations anharmoniques du quatrième degré, dont les racines sont des intégrales de la même équation de Ricatti ; et nous sommes ainsi conduit à étudier d'une manière toute particulière l'équation anharmonique du quatrième degré.

8. — Soit donc :

$$au^4 + 4bu^3v + 6cu^2v^2 + 4duv^3 + cv^4 = 0,$$

une telle équation, et soient :

$$S = ae - 4bd + 3c^2,$$
$$T = ace + 2bcd - ad^2 - eb^2 - c^3,$$

ses invariants. Puisque l'équation proposée est anharmonique, le rapport

anharmonique de ses quatre racines est indépendant de t, ce qui exige qu'il y ait, entre S et T, la relation :

$$S^3 - k^3T^2 = 0, \tag{12}$$

où k désigne une constante. D'autre part, la méthode de Ferrari, pour la résolution de l'équation biquadratique, montre que, si l'on désigne par λ, l'une des racines de l'équation résolvante :

$$\lambda^3 - S\lambda + 2T = 0,$$

le polynôme $f(x)$ défini comme il suit :

$$f(x) \equiv ax^4 + 4bx^3 + 6cx^2 + 4dx + e,$$

se décompose en un produit de deux facteurs du second degré, d'après l'identité :

$$af(x) = \left[ax^2 + \left(2b + \sqrt{(4b^2 - ac) + a\lambda_1}\right)x + \lambda_1 + c + \sqrt{(\lambda_1 + c)^2 - ae}\right]$$
$$\times \left[ax^2 + \left(2b - \sqrt{4(b^2 - ac) + a\lambda_1}\right)x + \lambda_1 + c + \sqrt{(\lambda_1 + c)^2 - ae}\right],$$

de sorte que parmi les racines de l'équation $f(x) = 0$, il y en a deux x_1 et x_2, par exemple, qui remplissent la condition :

$$x_1 + x_2 + \frac{2b}{a} = \frac{1}{a}\sqrt{4(b^2 - ac) + a\lambda_1}.$$

Soient λ_2 et λ_3 les deux autres racines de l'équation résolvante. Convenons que, dans les formules suivantes, chaque radical désignera l'une ou l'autre des deux racines carrées du nombre écrit sous le radical, sans qu'il soit nécessaire de faire précéder celui-ci du signe extérieur + ou —. Nous trouverons deux autres racines x_3 et x_4, remplissant les conditions :

$$x_1 + x_3 + \frac{2b}{a} = \frac{1}{a}\sqrt{4(b^2 - ac) + a\lambda_2},$$
$$x_1 + x_4 + \frac{2b}{a} = \frac{1}{a}\sqrt{4(b^2 - ac) + a\lambda_3}.$$

En ajoutant membre à membre ces trois dernières relations, et en tenant compte de la relation :

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = -\frac{4b}{a}, \tag{14}$$

on trouve une équation qui équivaut à celle-ci :

$$x_1 + \frac{b}{a} = \frac{1}{2a}\left(\sqrt{4(b^2 - ac) + a\lambda_1} + \sqrt{4(b^2 - ac) + a\lambda_2} + \sqrt{4(b^2 - ac) + a\lambda_3}\right). \tag{15}$$

Les trois autres racines, x_2, x_3, x_4, doivent remplir des conditions analogues à celle-ci, mais qui en différeront par les signes des radicaux; et pour que la relation (14) soit vraie dans le cas le plus général, il faudra que, dans l'ensemble formé par la formule (15) et les trois formules analogues, chacun des trois radicaux se présente deux fois avec le signe extérieur +, et deux fois avec le signe extérieur —. En excluant le cas où les quatre racines seraient deux à deux égales et de signe contraire (cas facile à éviter au moyen d'une transformation homographique), on trouvera le tableau des quatre formules suivantes :

$$(16)\quad \begin{cases} x_1+\dfrac{b}{a}=\dfrac{1}{2a}\left(\sqrt{4(b^2-ac)+a\lambda_1}+\sqrt{4(b^2-ac)+a\lambda_2}+\sqrt{4(b^2-ac)+a\lambda_3}\right) \\ x_2+\dfrac{b}{a}=\dfrac{1}{2a}\left(-\sqrt{4(b^2-ac)+a\lambda_1}+\sqrt{4(b^2-ac)+a\lambda_2}+\sqrt{4(b^2-ac)+a\lambda_3}\right) \\ x_3+\dfrac{b}{a}=\dfrac{1}{2a}\left(\sqrt{4(b^2-ac)+a\lambda_1}-\sqrt{4(b^2-ac)+a\lambda_2}+\sqrt{4(b^2-ac)+a\lambda_3}\right) \\ x_4+\dfrac{b}{a}=\dfrac{1}{2a}\left(\sqrt{4(b^2-ac)+a\lambda_1}+\sqrt{4(b^2-ac)+a\lambda_2}-\sqrt{4(b^2-ac)+a\lambda_3}\right) \end{cases}$$

9. — Désignons par $\sqrt[3]{\mathrm{T}}$ l'une quelconque des trois racines cubiques de T ; et, dans l'équation résolvante :

$$\lambda^3-\mathrm{S}\lambda+2\mathrm{T}=0,$$

faisons :

$$\lambda=\rho\sqrt[3]{\mathrm{T}};$$

cette équation va devenir, en vertu de la relation (12) :

$$(17)\qquad \rho^3-k\rho+2=0;$$

soient ρ_1, ρ_2, ρ_3, les trois racines de cette dernière équation; on aura :

$$\lambda_1=\rho_1\sqrt[3]{\mathrm{T}},\qquad \lambda_2=\rho_2\sqrt[3]{\mathrm{T}},\qquad \lambda_3=\rho_3\sqrt[3]{\mathrm{T}},$$

et si l'on pose :

$$(18)\qquad \frac{4(b^2-ac)}{a\sqrt[3]{\mathrm{T}}}=\theta,\qquad 2\frac{\sqrt[2]{a}}{\sqrt[6]{\mathrm{T}}}\left(x_i+\frac{b}{a}\right)=-\xi_i,\qquad (i=1,2,3),$$

les formules (16) deviendront :

$$(19)\quad \begin{cases} -\xi_1=\sqrt{\theta+\rho_1}+\sqrt{\theta+\rho_2}+\sqrt{\theta+\rho_3} \\ -\xi_2=-\sqrt{\theta+\rho_1}+\sqrt{\theta+\rho_2}+\sqrt{\theta+\rho_3} \\ -\xi_3=\sqrt{\theta+\rho_1}-\sqrt{\theta+\rho_2}+\sqrt{\theta+\rho_3} \\ -\xi_4=\sqrt{\theta+\rho_1}+\sqrt{\theta+\rho_2}-\sqrt{\theta+\rho_3} \end{cases}$$

et chacune de ces quatre formules rentre dans un type unique,

$$(20) \qquad -\xi = \sqrt{\theta+\rho_1} + \sqrt{\theta+\rho_2} + \sqrt{\theta+\rho_3},$$

où chaque radical a un signe déterminé.

Élevons au carré les deux membres de cette formule, et tenons compte de l'équation (17), nous trouvons la relation :

$$(21) \begin{cases} \xi^2 = 3\theta + 2\sqrt{(\theta+\rho_2)(\theta+\rho_3)} + 2\sqrt{(\theta+\rho_3)(\theta+\rho_1)} \\ \qquad\qquad + 2\sqrt{(\theta+\rho_1)(\theta+\rho_2)}, \end{cases}$$

et celle-ci subsiste si l'on suppose que chaque radical a un signe intrinsèque en vertu duquel la formule (20) est identique à l'une quelconque des formules (19).

Mais en différentiant l'équation (20), on trouve :

$$-\frac{d\xi}{dt} = \frac{\sqrt{(\theta+\rho_2)(\theta+\rho_3)} + \sqrt{(\theta+\rho_1)(\theta+\rho_2)} + \sqrt{(\theta+\rho_2)(\theta+\rho_3)}}{2\sqrt{(\theta+\rho_1)(\theta+\rho_2)(\theta+\rho_3)}}\frac{d\theta}{dt},$$

puis, en vertu de (21) :

$$-\frac{d\xi}{dt} = \frac{\xi^2 - 3\theta}{4\sqrt{(\theta+\rho_1)(\theta+\rho_2)(\theta+\rho_3)}} \cdot \frac{d\theta}{dt},$$

puis encore, en vertu des propriétés de l'équation (17) :

$$(22) \qquad \frac{d\xi}{dt} = \frac{3\theta - \xi^2}{4\sqrt{\theta^3 - K\theta - 2}} \cdot \frac{d\theta}{dt}.$$

C'est là une équation de Ricatti qui admet pour intégrales les seconds membres des quatre formules (19). En faisant subir à la variable ξ la transformation linéaire en x :

$$\xi = -2\frac{\sqrt[2]{a}}{\sqrt[6]{T}}\left(x + \frac{b}{a}\right),$$

indiquée par la deuxième des formules (18), on trouverait une équation de Ricatti admettant pour intégrales les quatre racines de l'équation $f(x) = 0$. Mais si $f(x)$ est un covariant d'un polynôme $P(x)$, et que celui-ci soit lui-même le premier membre d'une équation anharmonique, les racines des deux équations $P(x) = 0$, $f(x) = 0$, sont des intégrales d'une même équation de Ricatti. Celle-ci ne diffère pas de celle qu'on obtient en transformant, comme nous venons de le dire, l'équation (22) ; car, pour que deux équations de Ricatti soient identiques, il suffit qu'elles aient trois intégrales communes.

10. — Il nous reste à montrer comment les fonctions elliptiques interviennent tout naturellement dans les transformations qu'on peut faire subir à l'équation (22). A cet effet, posons :

$$\theta = \frac{1}{\alpha} pt',$$

α désignant une constante arbitraire, qui interviendra dans le choix des invariants de fonction p de Weierstrass, que nous allons employer. L'équation (22) se transformera comme il suit :

$$\frac{d\xi}{dt} = \frac{1}{2\sqrt{\alpha}} \cdot \frac{3\theta - \alpha\xi^2}{\sqrt{4\theta^3 - 4K\alpha^2\theta - 8\alpha^3}} p't' \cdot \frac{dt'}{dt}.$$

si les invariants de la fonction p, habituellement désignés par g_2 et g_3, sont définis par les formules suivantes :

$$g_2 = 4k\alpha^2, \qquad g_3 = 8\alpha^3,$$

on aura :

$$\sqrt{4\theta^3 - 4k\alpha^2\theta - 8\alpha^3} = p't',$$

et l'équation différentielle ci-dessus deviendra :

$$2\sqrt{\alpha}\,\frac{d\xi}{dt'} + \alpha\xi^2 = 3pt',$$

puis encore, en faisant :

$$\xi = \frac{2}{\sqrt{\alpha}} z, \tag{23}$$

on trouve :

$$\frac{dz}{dt'} + z^2 = \frac{3}{4} pt'. \tag{24}$$

Si donc on se reporte à la théorie exposée au paragraphe 5, on voit que l'équation anharmonique la plus générale peut toujours être transformée en une équation anharmonique obtenue en faisant, dans une forme binaire quelconque, une substitution analogue à la substitution (C), à condition d'y remplacer Y_1 et Y_2 par deux intégrales de l'équation différentielle :

$$\frac{d^2Y}{dt'^2} = \frac{3}{4} pt'.Y, \tag{25}$$

laquelle résulte de l'équation (23) par la substitution :

$$z = \frac{1}{Y} \cdot \frac{dY}{dt'}; \tag{26}$$

et les recherches qui vont suivre ont pour but l'intégration de l'une ou l'autre de ces deux équations, et l'étude de leurs intégrales. Mais il nous

sera désormais plus commode de remplacer t' par t, afin d'adopter une notation plus pratique et plus usuelle.

11. — Une première méthode d'intégration consiste à observer que l'équation (22) a été déduite, par voie de différenciation, de l'une quelconque des formules (19) ; et que, par conséquent, en vertu de la formule de transformation (23), et aussi de la relation $\theta = \frac{1}{\alpha} pt$, on obtiendra une intégrale de l'équation (24), en remplaçant, dans l'une quelconque des formules (19), ξ et θ par leurs expressions en fonction de z et de t. On observe en outre que, si le trinôme :

$$4p^3t - 4k\alpha^2pt - 8\alpha^3$$

se décompose en un produit de facteurs linéaires comme il suit :

$$4(pt - e_1)(pt - e_2)(pt - e_3),$$

on aura : $\rho_1 = -\frac{e_1}{\alpha}, \qquad \rho_2 = -\frac{e_2}{\alpha}, \qquad \rho_3 = -\frac{e_3}{\alpha}.$

Donc les formules (19) se transformeront en quatre formules que voici :

$$(27)\quad \begin{cases} z_1 = -\frac{1}{2}\left(\sqrt{pt - e_1} + \sqrt{pt - e_2} + \sqrt{pt - e_3}\right), \\ z_2 = -\frac{1}{2}\left(-\sqrt{pt - e_1} + \sqrt{pt - e_2} + \sqrt{pt - e_3}\right), \\ z_3 = -\frac{1}{2}\left(\sqrt{pt - e_1} - \sqrt{pt - e_2} + \sqrt{pt - e_3}\right), \\ z_4 = -\frac{1}{2}\left(\sqrt{pt - e_1} + \sqrt{pt - e_2} - \sqrt{pt - e_3}\right), \end{cases}$$

et chacune d'elles fait connaître une intégrale de l'équation (25).

Mais la formule de transformation (26) équivaut à celle-ci. :

$$Y = e^{\int z\,dt},$$

et l'on trouve une intégrale particulière de l'équation (26) en mettant à la place de z, dans cette dernière formule, le second membre de l'une quelconque des formules ci-dessus. Il suffira de connaître deux de ces intégrales pour établir la substitution de la forme (C) que nous avons en vue.

Le calcul de ces intégrales nous conduit à effectuer les quadratures désignées par :

$$\int \sqrt{pt - e_i}\, dt, \qquad (i = 1,2,3),$$

et voici comment on peut calculer une telle intégrale définie.

L'identité

$$\sqrt{pt - e_1} = \frac{p't}{2\sqrt{(pt - e_2)(pt - e_3)}},$$

donne immédiatement :

$$\int \sqrt{pt - e_1}\, dt = \frac{1}{2} \int \frac{p't\,dt}{\sqrt{(pt - e_2)(pt - e_3)}}$$

et, par conséquent :

$$\int \sqrt{pt - e_1}\, dt = \log\left(\sqrt{pt - e_2} + \sqrt{pt - e_3}\right) + C,$$

C désignant une constante. Donc, aux quatre formules (27), répondent quatre intégrales de l'équation (25), qui s'expriment comme il suit :

$$\left\{\begin{aligned}
Y_1 &= \frac{A_1}{\sqrt{(\sqrt{pt - e_1} + \sqrt{pt - e_3})(\sqrt{pt - e_3} + \sqrt{pt - e_1})(\sqrt{pt - e_1} + \sqrt{pt - e_2})}} \\
Y_2 &= \frac{A_2\sqrt{(\sqrt{pt - e_3} + \sqrt{pt - e_1})(\sqrt{pt - e_1} + \sqrt{pt - e_2})}}{\sqrt{(\sqrt{pt - e_2} + \sqrt{pt - e_3})}}, \\
Y_3 &= \frac{A_3\sqrt{(\sqrt{pt - e_1} + \sqrt{pt - e_2})(\sqrt{pt - e_2} + \sqrt{pt - e_3})}}{\sqrt{\sqrt{pt - e_3} + \sqrt{pt - e_1}}}, \\
Y_4 &= \frac{A_4\sqrt{(\sqrt{pt - e_2} + \sqrt{pt - e_3})(\sqrt{pt - e_3} + \sqrt{pt - e_1})}}{\sqrt{\sqrt{pt - e_1} + \sqrt{pt - e_2}}},
\end{aligned}\right.$$

A_1, A_2, A_3, A_4, désignant des constantes.

12. — Établir les relations homogènes qui existent nécessairement entre trois quelconques de ces intégrales, c'est là une question tout indiquée, mais qui se résout par un calcul facile. Il nous paraît plus intéressant de chercher à simplifier les expressions de deux des intégrales de l'équation (25) et voici comment nous y parvenons. Dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. 91, année 1880, on peut lire une note de Brioschi : « *Sur une classe d'équations différentielles du second ordre* » où l'auteur traite des équations de la forme :

$$y'' + py' + q = 0,$$

en supposant :

$$p = \frac{1}{2}\left(\frac{\varphi'(x)}{\varphi(x)} + \frac{\rho}{x - e}\right), \qquad q = \frac{\alpha x + \beta}{\varphi(x)}, \qquad \varphi(x) = 4x^3 - g_2 x - g_3.$$

Dans ces notations, ρ désigne un nombre entier, e une racine de l'équation $\varphi(x) = 0$, α et β deux constantes remplissant certaines conditions. Parmi les cas particuliers énumérés dans sa note, Brioschi signale celui où les nombres α et β se présentent sous la forme :

$$\alpha = -\frac{1}{4}(2n - \rho + 1)(2n + \rho + 3),$$

$$\beta = 2na - \frac{1}{2}(2n - \rho^2 + \rho)e,$$

et il énonce le fait suivant. Dans le cas particulier dont il s'agit, l'équation différentielle proposée admet deux intégrales dont le produit est de la forme :

$$\mathrm{F}(x).(x - e)^{\frac{1-\rho}{2}},$$

$\mathrm{F}(x)$ désignant un polynôme entier dont le terme de degré le plus élevé est ax^n, et dont les autres termes ont des coefficients déterminés en fonction de n, de ρ, et des racines de l'équation $\varphi(x) = 0$.

Si l'on fait $\rho = 0$, $n = 0$, l'équation de Brioschi se présente sous la forme :

$$y'' + \frac{1}{2}\cdot\frac{12x^2 - g_2}{4x^3 - g_2x - g_3}y' - \frac{3x}{4(4x^3 - g_2x - g_3)}\cdot y = 0,$$

et se réduit à notre équation (25) quand on y fait :

$$x = p(t\,;\, g_2, g_3).$$

Or on sait que deux intégrales d'une équation de la forme :

$$\frac{d^2z}{dt^2} = \Phi(t).z,$$

ayant pour produit une fonction connue $\mathrm{P}(t)$ de la variable indépendante, s'expriment comme il suit :

$$(29)\begin{cases} z_1 = \sqrt{\mathrm{P}(t)}\; e^{\frac{\mathrm{C}}{2}\int\frac{dt}{\mathrm{P}(t)}}, \\ z_2 = \sqrt{\mathrm{P}(t)}\; e^{-\frac{\mathrm{C}}{2}\int\frac{dt}{\mathrm{P}(t)}}, \end{cases}$$

C désignant une constante qui n'est pas arbitraire, et dont le calcul nous occupera ultérieurement.

D'après le théorème de Brioschi, notre équation (25) doit admettre deux intégrales dont le produit est égal à :

$$\sqrt{pt - e_i}$$

i désignant l'un des indices 1, 2, 3 ; c'est ce que nous allons vérifier.

A cet effet, nous observons que les deux premières formules du groupe (28) nous donnent :

$$Y_1Y_2 = \frac{A_1A_2}{\sqrt{pt-e_2}+\sqrt{pt-e_3}} = \frac{A_1A_2}{e_3-e_2}\left(\sqrt{pt-e_2}-\sqrt{pt-e_3}\right).$$

Les deux formules suivantes donnent :

$$Y_3Y_4 = A_3A_4\left(\sqrt{pt-e_2}+\sqrt{pt-e_3}\right),$$

et l'on en conclut :

$$\frac{e_3-e_2}{A_1A_2}Y_1Y_2 + \frac{1}{A_3A_4}Y_3Y_4 = 2\sqrt{pt-e_2}\,.$$

Mais Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 sont des fonctions linéaires et homogènes de deux intégrales particulières y_1, y_2, de l'équation (25). Donc le premier membre de cette dernière formule est une forme quadratique en y_1 et y_2, décomposable en un produit de deux facteurs linéaires. Ceux-ci sont eux-mêmes des intégrales de l'équation (25) ; nous les désignerons par $\sqrt{2}\,\eta_1$ et $\sqrt{2}\,\eta_2$; et nous trouverons :

$$\eta_1\eta_2 = \sqrt{pt-e_2}\,;$$

puis, en appliquant les formules (29) :

$$\eta_1 = \sqrt[4]{pt-e_2}\cdot e^{\frac{C}{2}\int\frac{dt}{\sqrt{pt-e_2}}},$$

$$\eta_2 = \sqrt[4]{pt-e_2}\cdot e^{\frac{C}{2}\int\frac{dt}{\sqrt{pt-e_2}}}.$$

13. — Mais il reste encore à exprimer explicitement C en fonction des données, et, dans ce but, nous croyons devoir rappeler comment on peut établir les formules (29). Sachant que l'équation :

$$\frac{d^2Y}{dt^2} = \Phi(t).Y \tag{30}$$

admet deux intégrales Y_1, Y_1, dont le produit est égal à $P(t)$, on pose :

$$Y_1 = \sqrt{P(t)}e^{\sigma},$$
$$Y_2 = \sqrt{P(t)}e^{\sigma},$$

et l'on en déduit :

$$(31)\begin{cases} \frac{1}{Y_1}\frac{dY_1}{dt} = \frac{P'(t)}{2P(t)} + \frac{d\sigma}{dt}, \\ \frac{1}{Y_2}\frac{dY_2}{dt} = \frac{P'(t)}{2P(t)} + \frac{d\sigma}{dt}, \end{cases}$$

puis

$$\frac{1}{Y_1}\frac{dY_1}{dt} - \frac{1}{Y_2}\frac{dY_2}{dt} = 2\frac{d\sigma}{dt},$$

ou encore

$$Y_2\frac{dY_1}{dt} - Y_1\frac{dY_2}{dt} = 2P(t)\frac{d\sigma}{dt}.$$

Mais on sait que le premier membre de cette égalité est constant ; nous le désignerons par C, et nous obtiendrons immédiatement :

$$\sigma = \frac{C}{2}\int\frac{dt}{P(t)}. \tag{32}$$

D'autre part, en différenciant la première des équations (31) et en tenant compte de l'équation (30), on trouve :

$$\Phi(t) - \frac{1}{Y_1^2}\left(\frac{dY_1}{dt}\right)^2 = \frac{P''(t)}{2P(t)} - \frac{\overline{P'(t)}^2}{2\overline{P(t)}^2} + \frac{d^2\sigma}{dt^2};$$

puis, en vertu de la première équation (31) elle-même, et de (32) :

$$\Phi(t) - \left(\frac{P'(t)}{2P(t)} + \frac{C}{2P(t)}\right)^2 = \frac{P''(t)}{2P(t)} - \frac{\overline{P'(t)}^2}{2\overline{P(t)}^2} - \frac{CP'(t)}{2\overline{P(t)}^2};$$

puis encore, après réduction :

$$4P^2(t)\Phi(t) + P'^2(t) - 2P(t)P''(t) = C^2;$$

et cette formule montre que si, dans la fonction $P'(t)$, on met à la place de t une valeur pour laquelle P s'annule, $P'(t)$ prend une valeur numérique égale à la constante C (*).

Dans notre problème, $P(t) = \sqrt[2]{pt - e_i}$ $(i = 1, 2, 3)$; et si l'on désigne par ω et ω' les demi-périodes de la fonction p, on pourra supposer $e_i = p\omega'$. D'ailleurs :

$$P'(t) = \frac{p't}{2\sqrt{pt - e_i}} = \sqrt{(pt - e_h)(pt - e_k)}, \qquad \begin{cases} i \\ h = 1, 2, 3 \\ k \end{cases}$$

et l'on conclura :

$$C = \sqrt{(e_i - e_h)(e_i - e_k)},$$

puis, en revenant aux notations du numéro précédent :

$$C = \sqrt{(e_2 - e_1)(e_2 - e_3)}.$$

(*) En différenciant cette dernière équation, on trouverait l'équation différentielle linéaire du troisième ordre qui, d'après M. Appell (*Sur la transformation des équations différentielles*, C. R., 1880), doit admettre pour intégrales les produits de deux intégrales de l'équation (30).

D'autre part, dans l'hypothèse actuelle, $i = 2$, $e_i = p\omega'$, et l'on sait que :

$$pt - e_2 = \frac{(e_2 - e_1)(e_2 - e_3)}{p(t + \omega') - e_2}.$$

Donc les expressions de η_1 et de η_2, trouvées à la fin du paragraphe précédent, se transforment comme il suit :

$$\eta_{11} = \sqrt[4]{pt - e_2}\left(\sqrt[2]{p(t + \omega') - e_1} + \sqrt[2]{p(t + \omega') - e_3}\right),$$

$$\eta_{12} = \frac{\sqrt[4]{pt - e_1}}{\sqrt[2]{p(t + \omega') - e_1} + \sqrt[2]{p(t + \omega') - e_3}}.$$

Mais cette dernière expression de η_2 se transforme encore comme il suit :

$$\eta_2 = \frac{\sqrt[4]{pt - e_2}}{e_3 - e_1}\left(\sqrt[2]{p(t + \omega') - e_1} - \sqrt{p(t + \omega') - e_3}\right),$$

et l'on peut adopter, comme intégrale de l'équation (25), le produit de η_2 par la constante $e_3 - e_1$. Ainsi les fonctions Y_1, Y_2, que nous pourrons adopter dans la substitution (C) que nous cherchons seront les suivantes :

$$(D)\quad \begin{cases} Y_1 = \sqrt[4]{pt - e_2}\left(\sqrt[2]{p(t + \omega') - e_1} + \sqrt[2]{p(t + \omega') - e_3}\right), \\ Y_2 = \sqrt[4]{pt - e_2}\left(\sqrt[2]{p(t + \omega') - e_1} - \sqrt[2]{p(t + \omega') - e_3}\right), \end{cases}$$

et il est bien entendu qu'on trouvera un système de deux fonctions jouant exactement le même rôle en permutant les indices 1, 2, 3, en même temps que les demi-périodes ω, ω', $\omega + \omega'$.

14. — Une deuxième méthode pour l'intégration de l'équation (24), et par conséquent aussi de l'équation (25) consiste dans les considérations géométriques suivantes. Désignant toujours par g_2 et g_3 les invariants de la fonction p, considérons la cubique qui a pour équation :

$$y^2 = 4x^3 - g_2x - g_3,$$

et d'un point ξ, η, situé sur cette courbe, menons-lui des tangentes. Soit :

$$y = mx + n,$$

l'équation de l'une d'elles. Il y aura, entre m et n, une relation telle que l'équation :

$$(mx + n)^2 = 4x^3 - g_2x - g_3, \tag{33}$$

ait une racine double ; nous la désignerons par x, et la racine simple sera égale à ξ. Cette racine double doit vérifier aussi l'équation dérivée, savoir :

$$2m(mx + n) = 12x^2 - g_2. \tag{34}$$

Mais si, dans l'équation (33), on regarde x, m, n, comme des fonctions de ξ, et qu'on différentie ses deux membres en tenant compte de (34), on trouve :

$$x\frac{dm}{d\xi} + \frac{dn}{d\xi} = 0. \tag{35}$$

On a également :

$$(m\xi + n)^2 = 4\xi^3 - g_2\xi - g_3, \tag{36}$$

et, par différenciation :

$$2m(m\xi + n) + 2(m\xi + n)\left(\xi\frac{dm}{d\xi} + \frac{dn}{d\xi}\right) = 4\xi^2 - g_2. \tag{37}$$

Retranchons membre à membre les équations (37) et (34) ; entre l'équation résultante et l'équation (35) éliminons $\frac{dn}{d\xi}$; après la suppression du facteur $2(\xi - x)$, nous trouverons :

$$m^2 + (m\xi + n)\frac{dm}{d\xi} = 6(\xi + x). \tag{38}$$

Soit $\xi = pt$; en vertu de (35), on aura :

$$m\xi + n = p't\,;$$

et, en vertu des relations entre les coefficients et les racines de l'équation (33) :

$$2x + \xi = \frac{1}{4}m^2,$$

ou bien :

$$x = \frac{m^2 - 4pt}{8}.$$

L'équation (38) se transformera comme il suit :

$$m^2 + \frac{dm}{dt} = \frac{3}{4}(4pt + m^2),$$

ou encore :

$$\frac{dm}{dt} + \frac{1}{4}m^2 = 3pt.$$

Soit encore $m = 4z$; on trouve :

$$\frac{dz}{dt} + z^2 = \frac{3}{4}pt. \tag{24}$$

Donc l'équation (24) admet comme intégrale le coefficient angulaire, divisé par 4, de toute tangente menée par le point ξ, η, à la cubique considérée, en exceptant, bien entendu, la tangente en ce point. Mais si l'on adopte pour la cubique lieu du point ξ, η, la représentation paramétrique

$$\xi = pt, \qquad \eta = p't,$$

les valeurs du paramètre qui répondent aux quatre points de contact de ces tangentes sont :

$$-\frac{t}{2}, \qquad \omega - \frac{t}{2}, \qquad \omega' - \frac{t}{2}, \qquad \omega + \omega' - \frac{t}{2},$$

ω, ω' désignant les demi-périodes de la fonction p. Les quatre intégrales de l'équation (24) que nous trouvons ainsi sont :

$$-\frac{1}{4}\frac{p''\frac{t}{2}}{p'\frac{t}{2}}, \quad \frac{1}{4}\frac{p''\left(\omega - \frac{t}{2}\right)}{p'\left(\omega - \frac{t}{2}\right)}, \quad \frac{1}{4}\frac{p''\left(\omega' - \frac{t}{2}\right)}{p'\left(\omega' - \frac{t}{2}\right)}, \quad \frac{1}{4}\frac{p''\left(\omega + \omega' - \frac{t}{2}\right)}{p'\left(\omega + \omega' - \frac{t}{2}\right)}. \tag{39}$$

Mais on passe de l'équation (24) à l'équation (25) par la substitution :

$$\frac{1}{Y}\cdot\frac{dY}{dt} = z,$$

et si l'on met à la place de z la première des quatre fonctions ci-dessus, on trouve :

$$\frac{1}{Y}\cdot\frac{dY}{dt} = -\frac{1}{4}\frac{p''\frac{t}{2}}{p'\frac{t}{2}},$$

puis, en intégrant :

$$\log Y = -\frac{1}{2}\log p'\frac{t}{2} + \log C,$$

ou bien :

$$Y = \frac{C}{\sqrt{p''\frac{t}{2}}},$$

C désignant une constante arbitraire. D'ailleurs, l'équation (25) ne change pas si l'on y remplace t par $t + 2\omega$, ou par $t + 2\omega'$. Elle admet donc les trois intégrales suivantes :

$$(40)\quad Y_1 = \frac{1}{\sqrt{p'\frac{t}{2}}},\quad Y_2 = \frac{1}{\sqrt{p'\left(\frac{t}{2}+\omega\right)}},\quad Y_2 = \frac{1}{\sqrt{p'\left(\frac{t}{2}+\omega'\right)}}.$$

15. — Dans un travail qui paraîtra prochainement aux *Annales de la Faculté des sciences de Marseille*, nous démontrons analytiquement que les équations (24) et (25) admettent pour intégrales, respectivement, les fonctions (39) et (40). Au cours de ce travail, nous avons trouvé sous des formes diverses des intégrales de l'équation (25). On sait d'ailleurs qu'entre trois intégrales particulières d'une équation différentielle du second ordre, linéaire et homogène, il existe une relation linéaire et homogène. Nous nous proposons d'établir ces relations dans un travail ultérieur. Pour le moment, nous voulons seulement établir la conclusion générale qui se dégage du présent travail, et qu'on peut formuler comme il suit : Toute équation anharmonique qu'on trouve en faisant subir à une équation algébrique, homogène en x et y, une substitution de la forme :

$$x = Y_1 u - \frac{dY_1}{dt}\cdot v,$$

$$y = Y_2 u - \frac{dY_2}{dt}\cdot v,$$

où Y_1 et Y_2 désignent, soit les seconds membres des formules (D), soit deux quelconques des fonctions (40), pourvu que la fonction p qui figure dans ces formules ait pour invariants deux nombres g_2 et g_3 tels que le rapport $g_2^3 : g_3^2$ soit égal à l'invariant absolu d'un covariant biquadratique de la forme anharmonique que l'on vient de définir. Mais si l'on appelle $P(u,v)$ cette forme anharmonique, (F) le covariant dont il s'agit, ce covariant peut s'obtenir en faisant l'une des substitutions que nous venons de définir dans un des covariants biquadratiques de $f(x, y)$. Soit (C) ce covariant; (F) et (G) auront le même invariant absolu ; donc enfin $g_2^3 : g_3^2$ sera égal à l'invariant absolu de (G).

M. Charles LALLEMAND

Membre du Bureau des Longitudes, Directeur du Service du Nivellement général.

LE NIVELLEMENT GÉNÉRAL DE LA FRANCE. — SES PROGRÈS DE 1890 A 1901.

[526-58]

— Séance du 13 septembre. —

I

EXPOSÉ PRÉLIMINAIRE

Dans notre communication au Congrès de Limoges (1), en 1890, relative au nouveau nivellement général de la France, nous avons montré à quels besoins répond cette entreprise, et nous en avons exposé le programme, comprenant l'exécution d'un réseau fondamental de 12.000 kilomètres de développement, dont les polygones doivent être découpés en mailles de plus en plus petites par des nivellements de 2e, puis de 3e, de 4e et de 5e ordre, sur lesquels finalement s'appuieront les courbes de niveau figurant le relief du sol. En même temps, nous avons décrit sommairement l'organisation générale du travail, les modifications et les perfectionnements apportés aux instruments et aux méthodes de nivellement pour l'exécution du réseau fondamental.

Plus tard, dans une communication au Congrès de Pau (2), en 1892, nous avons indiqué les recherches faites, les nouveaux appareils employés (maréographe totalisateur et médimarémètre) et les résultats obtenus pour la détermination du niveau moyen des mers, base de comparaison des altitudes.

Depuis 1890, l'œuvre a fait un grand pas : on a terminé le réseau fondamental *(fig. 1)*; exécuté en entier le nivellement du réseau de 2e ordre *(fig. 2)*; nivelé le tiers environ du réseau de 3e ordre *(fig. 2)*; amorcé les réseaux de 4e et de 5e ordre, et même achevé ces derniers dans le département du Pas-de-Calais *(fig. 3)*.

Cet ensemble de travaux représente 65.000 kilomètres de nivellements, dont 6.000 dans un seul département.

Sans revenir sur ce qui a déjà été dit à propos du réseau fondamental, nous indiquerons sommairement l'organisation des réseaux subsidiaires, les modifications apportées aux instruments et aux méthodes pour l'exécution de ces nivellements, le degré de précision obtenu dans les divers réseaux, les prix de revient correspondants, enfin les mesures prises tant pour assurer la conservation des résultats que pour mettre ces derniers à la disposition du public.

(1) Séance du 13 août 1890.

(2) Séance du 17 septembre 1892.

II

PROGRAMME DES TRAVAUX

Le programme des travaux comporte, avons-nous dit, l'exécution d'opérations réparties en plusieurs ordres, de précision décroissante.

Réseau fondamental du Nivellement Général de la France.

(Écarts de fermeture et développements des polygones).

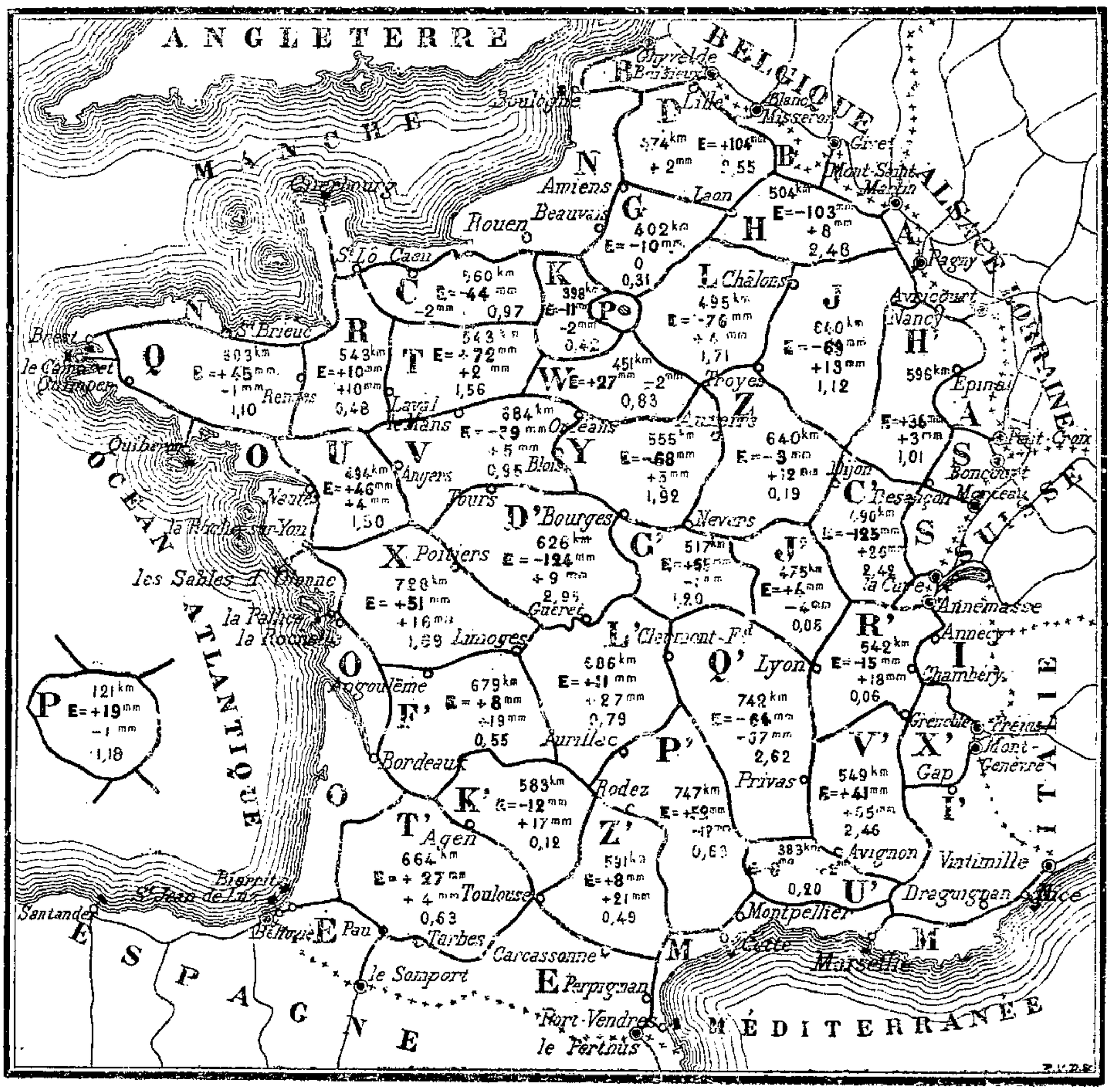


FIG. 1.

LÉGENDE

———	Lignes du réseau fondamental.
———	Lignes appartenant à des nivellements étrangers.
—|	Marégraphes et Médimarémètres.
—⊙—	Raccordements avec les pays étrangers.
D' ... I'.	Lettres indicatrices de polygones ou de zones périphériques.
626km	Développement du périmètre d'un polygone.
E = —114mm	Écart brut de fermeture d'un polygone.
+ 9mm	Correction orthométrique de fermeture d'un polygone.
2,95	Rapport de l'écart corrigé à l'écart probable de fermeture.

Le réseau fondamental ou de 1er ordre *(fig. 1)* divise le territoire de la France en 42 polygones, dont 10 s'appuient à la frontière et au littoral, tandis que les 32 autres sont fermés.

Chaque maille du réseau fondamental est découpée en plusieurs mailles dites de 2e *ordre (fig. 2)*, au moyen de traverses dont le profil est relevé avec une

État actuel d'avancement du Nivellement Général de la France.



FIG. 2.

SIGNES CONVENTIONNELS

	Kilomètres.		
▬▬	Lignes de 1er ordre	11.700	Marégraphes et Médimarémètres.
▬▬	Lignes de 2e ordre.	17.500	Rattachements avec les nivellements étrangers.
·····	Lignes de 3e ordre.	19.000	

précision déjà un peu moindre, chacune d'elles s'appuyant à ses deux extrémités sur des repères très exacts. Ces traverses suivent autant que possible des voies ferrées et, à défaut, des routes nationales.

Les mailles de 2e ordre sont à leur tour divisées en mailles de 3e, puis de 4e et de 5e ordre *(fig. 3)*. Les mailles du dernier ordre n'ayant que quelques kilomètres de tour, le nivellement de leurs côtés s'effectue par des procédés rapides et économiques.

C'est sur le réseau complexe ainsi constitué et dont le développement total ne sera pas inférieur à 800.000 kilomètres que viendront s'appuyer les courbes de niveau.

Carte du Nivellement Général du Département du Pas-de-Calais.

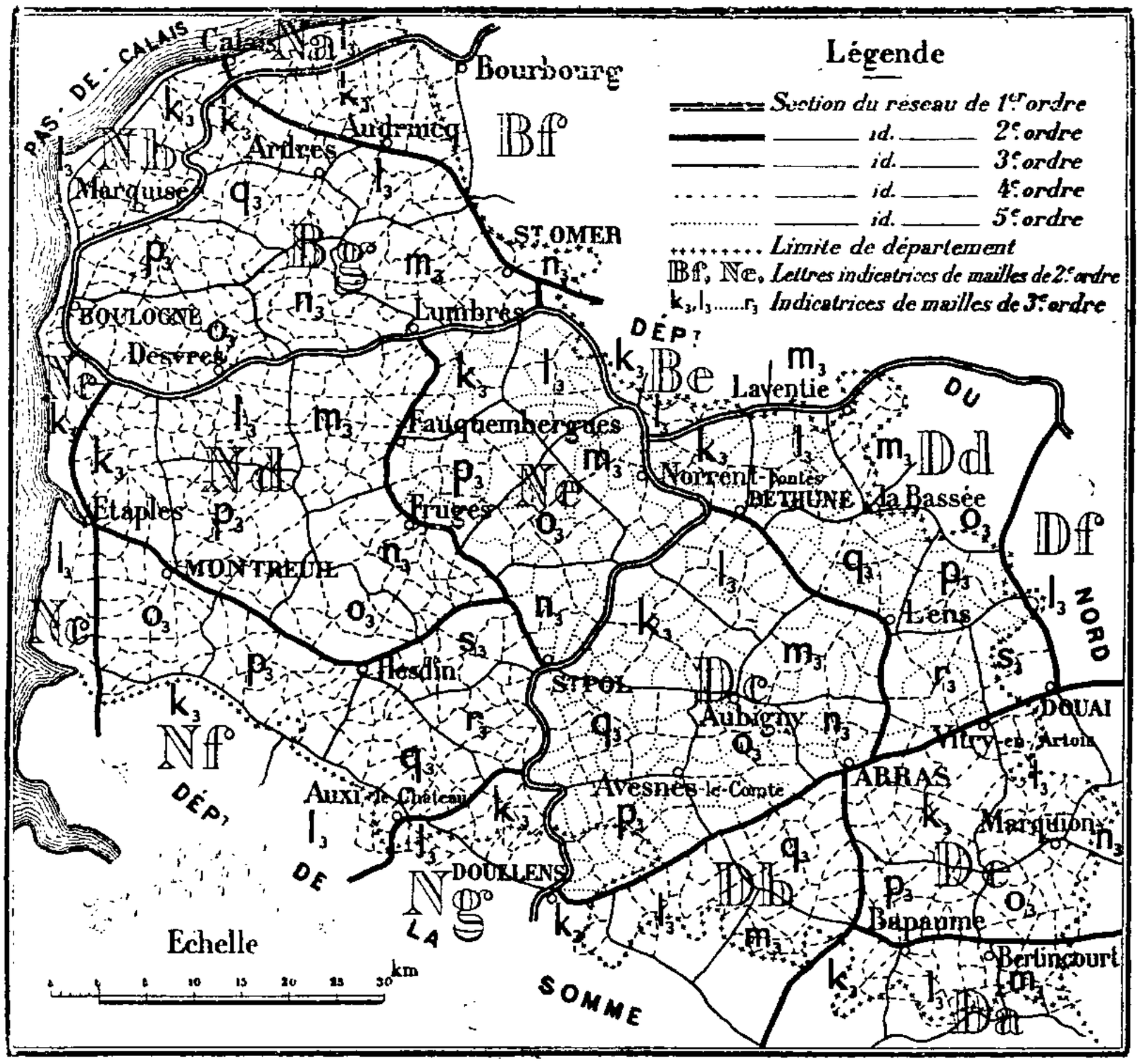


FIG. 3.

III

COMPOSITION DES BRIGADES D'OPÉRATIONS

Pour le nivellement de 1er ordre, le personnel d'une brigade se composait dans le principe, d'un opérateur, d'un opérateur-adjoint ou lecteur, et de deux

Transport du matériel d'une brigade de nivellement sur route.

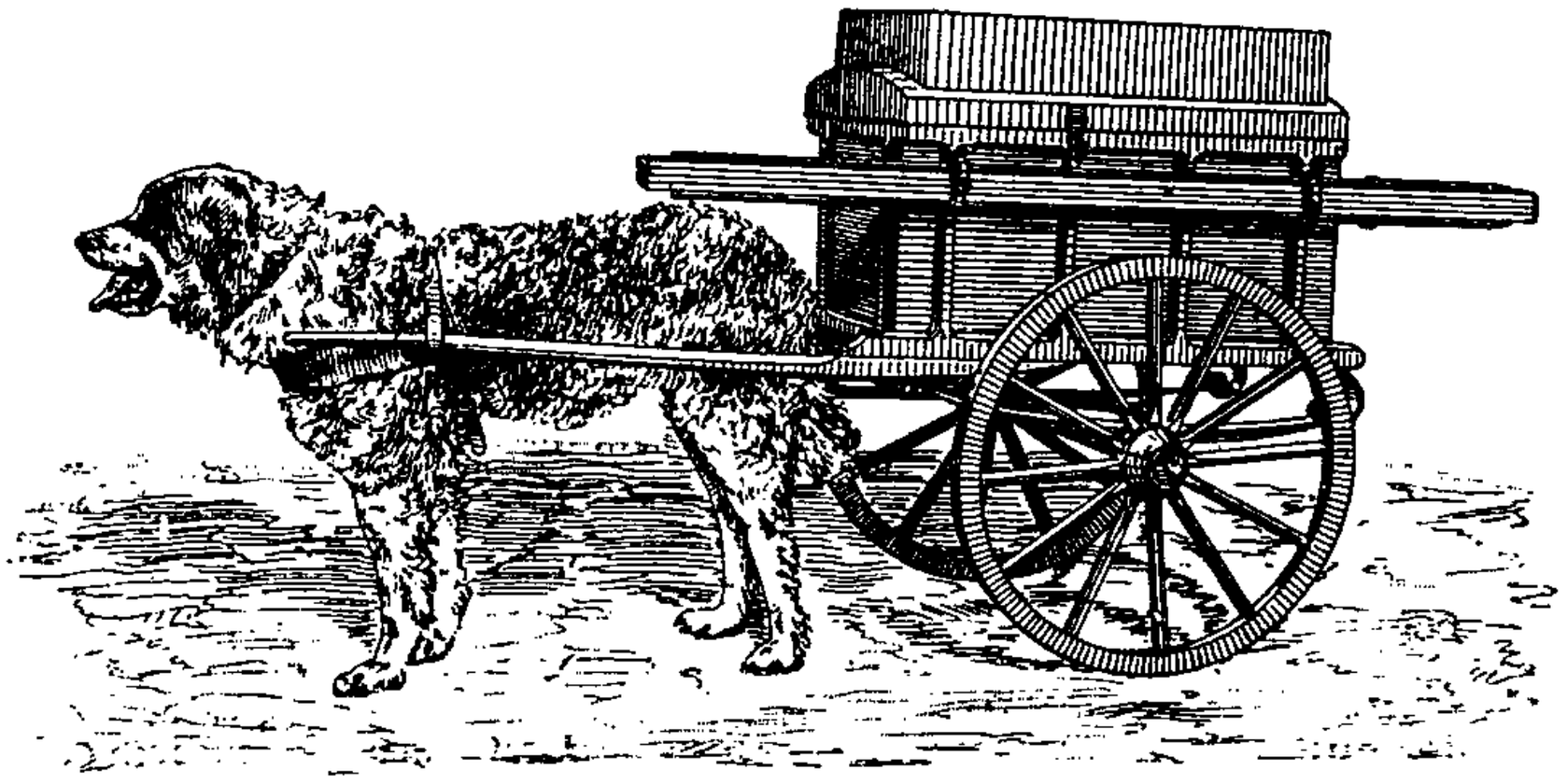


FIG. 4. (Échelle de 1/30.)

porte-mires. Par raison d'économie, l'opérateur-adjoint fut ensuite remplacé par un porte-niveau. La brigade resta ainsi constituée pour les nivellements de 2e ordre.

Pour les nivellements de 3e, de 4e et de 5e ordre, exécutés avec un niveau plus léger, le porteur lui-même a pu être supprimé et, dans certaines circonstances, avantageusement remplacé par un chien attelé à une voiture *(fig. 4)* portant le matériel et les instruments de la brigade.

IV

INSTRUMENTS

A. — *Repères.* — Pour les nivellements de 2e et de 3e ordre, exécutés sur routes et dont les repères sont exposés à la malveillance des passants, comme aussi pour tous les nivellements de 4e et de 5e ordre, au lieu des repères à console *(fig. 5)* adoptés pour le réseau fondamental, on a employé des médail-

Repère à console.

FIG. 5.

Repère Bourdaloué.

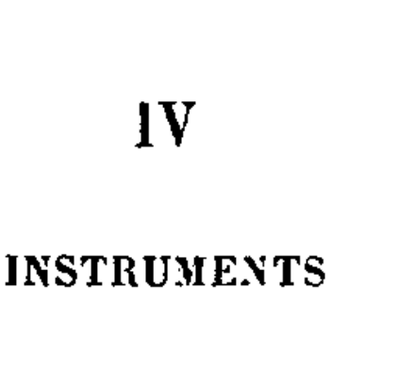


FIG. 6.

Nouveau médaillon à tablette.

FIG. 7.

lons cylindriques en fonte *(fig. 7)*, d'un modèle plus petit que celui de Bourdaloué *(fig. 6)*, surmontés d'une tablette portant une pastille et munis, en leur centre, d'une plaquette de porcelaine blanche où sont inscrits le matricule

Plaquettes portant le matricule et l'altitude d'un repère.

Console.

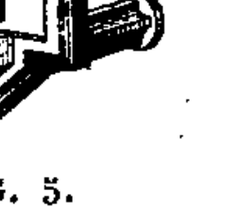


FIG. 8.

Médaillon.



FIG. 9.

Rivet.



FIG. 10.

et l'altitude du repère *(fig. 9)*. On a d'ailleurs continué à utiliser de simples rivets en fer *(fig. 10)* comme repères secondaires.

B. — *Niveaux.* — Les seules modifications apportées aux niveaux ont porté : d'une part, sur la sensibilité de la fiole, dont le rayon de courbure, de 50 mètres pour le 1er et le 2e ordre, a été réduit à 30 mètres pour les nivellements de 3e ordre et à 20 mètres pour ceux de 4e et de 5e ordre ; d'autre part, sur le poids de l'instrument, qui a été ramené de 11kg,5 à 7 kilogrammes par la substitution de l'aluminium au bronze dans la confection de certaines pièces.

C. — *Mires.* — Les nivellements de 2e ordre, comme ceux de 1er ordre, ont été exécutés avec les mires à compensation du colonel Goulier.

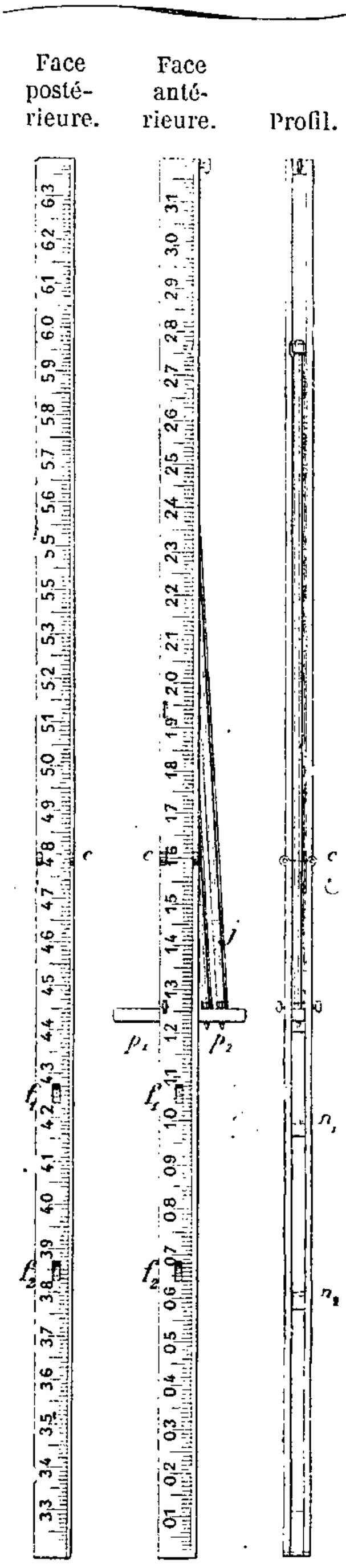


FIG. 11.

Échelle de 1/25.

c, *c*, charnières; — p_1, p_2, poignées; — n_1, n_2, nivelles; — f_2, f_2, fenêtres des nivelles; — *j*, *j*, arcs boutants.

Pour les nivellements de 3e ordre, on fait usage de mires de 3m,20 de longueur, à deux faces *(fig. 11)*, portant des divisions contrariées, qui permettent un contrôle des lectures sans obliger à une réitération complète du cheminement.

Pour les opérations de 4e et de 5e ordre, on se contente de mires à une face *(fig. 12)*, avec rallonge permettant de porter leur longueur à 4m,70 sur les chemins très accidentés.

FIG. 12.

Échelle de 1/5.

R, rallonge; — *p*, poignée; — *j*, *j*, arcs-boutants; — *n*, nivelle; — *f*, fenêtre de la nivelle; — V, verrou à ressort servant à fixer la rallonge dans l'une ou dans l'autre de ses deux positions extrêmes.

V

MÉTHODES D'OPÉRATIONS ET DE CALCULS

Dans le réseau fondamental, la longueur des nivelées ne dépassait pas 140 à 150 mètres ; elle a exceptionnellement atteint jusqu'à 170 mètres dans les nivellements de 2e ordre et 200 mètres dans ceux de 3e, de 4e et de 5e ordre.

Les deux portées d'arrière et d'avant d'une même station pouvaient différer de 1 mètre dans les nivellements de 1er ordre, et de 2 mètres dans les nivellements de 2e ordre. L'écart peut atteindre 3 mètres dans ceux de 3e ordre, et une quantité quelconque dans les nivellements de 4e et de 5e ordre.

Les nivellements de 1er et de 2e ordre étaient répétés deux fois, en sens inverses, et, pour chaque nivelée, on déterminait la discordance entre les deux différences de niveau obtenues à l'aller et au retour. Pour les nivellements de 3e, de 4e et de 5e ordre, comportant une seule opération, les différences de niveau de repère à repère s'évaluent directement. D'autre part, on ne calcule plus les corrections orthométriques tenant compte de l'aplatissement du globe terrestre ; elles se trouvent noyées dans les corrections de compensation.

Pour chaque ordre de nivellement, sauf le 1er, au lieu d'être étendue d'un seul coup au réseau tout entier, la compensation est localisée dans le périmètre de chacune des mailles de l'ordre immédiatement supérieur. Par exemple, la compensation du réseau de 2e ordre s'effectue séparément par polygone de 1er ordre ; celle du réseau de 3e ordre, par maille de 2e ordre et ainsi de suite.

Les altitudes sont rapportées à une même origine, dite *Zéro normal du Nivellement général de la France*, coïncidant à très peu près avec le niveau moyen de la Méditerranée à Marseille (voir § X), déterminé à l'aide du marégraphe totalisateur installé, en 1885, dans l'anse du port Calvo.

La position de ce zéro est repérée par rapport à un point fixe, dit *Repère fondamental du Nivellement général de la France*, établi, dans le puits du marégraphe, à une profondeur suffisante pour être soustrait à l'influence des variations de la température extérieure.

VI

RÉSULTATS OBTENUS

A. — *Longueur des nivellements exécutés.*

En 1884, au début des opérations du nouveau nivellement général, la France ne possédait, comme nivellements de précision, que les 15.000 kilomètres du réseau de Bourdalouë et 5.000 kilomètres de nivellements divers.

A la fin de 1901, soit dix-huit ans plus tard, la longueur totale des itinéraires nivelés a plus que triplé ; elle est d'environ 65.500 kilomètres se décomposant ainsi :

Réseau fondamental (complètement terminé) :

		kilomètres.
Lignes Bourdalouë nivelées à nouveau. . . . Kilom. 1.540		
Lignes entièrement nouvelles. 10.160		11.700

Réseau de 2e ordre (entièrement achevé) :

Lignes Bourdalouë	nivelées à nouveau . . . Kilom.	1.220	
	incorporées après rectification de leurs erreurs	3.200	17.500
Lignes nouvelles nivelées	avec la méthode de 1er ordre . . .	700	
	— 2e ordre. . . .	12.380	

Réseau de 3e ordre (en cours d'exécution) :

Lignes Bourdalouë incorporées après rectification de leurs erreurs. . . . . Kilom.	2.700	
Lignes nouvelles	16.300	
		19.000

Réseaux de 4e et de 5e ordre (partiellement attaqués) :

Lignes Bourdalouë incorporées . . . . . Kilom.	6.300	
Lignes anciennes diverses	5.500	
Lignes nouvelles	5.500	
		17.300
TOTAL. . . . . Kilom.		65.000

Ces lignes sont munies d'environ 86.000 repères appartenant aux divers types ci-après, savoir :

24.000 repères à console *(fig. 5)*, situés presque tous sur des chemins de fer;

38.000 repères cylindriques *(fig. 6 et 7)*, scellés indifféremment sur des chemins de fer ou sur des routes;

24.000 rivets en bronze ou en fer *(fig. 10)*, fixés sur des seuils de bâtiments ou sur des plinthes d'ouvrages d'art.

B. — *Prix de revient.*

Tandis que le nivellement de Bourdalouë a coûté 55 francs le kilomètre, les prix de revient des nouvelles opérations ne dépassent pas les chiffres

ci-après, comprenant la publication du *Répertoire graphique des repères* dont il sera question plus loin (§ IX) :

Nivellement de 1er ordre : 35 francs le kilomètre.
— de 2e — 28 —
— de 3e — 22 —
— de 4e — 18 —

C. — *Précision obtenue.*

Au point de vue de la précision obtenue, les nouvelles opérations, comme on va le voir, ne le cèdent en rien aux meilleurs nivellements exécutés à l'étranger.

Diagrammes montrant la répartition des erreurs accidentelles probables kilométriques, classées par sections, d'après leur grandeur et la longueur totale des sections correspondantes.

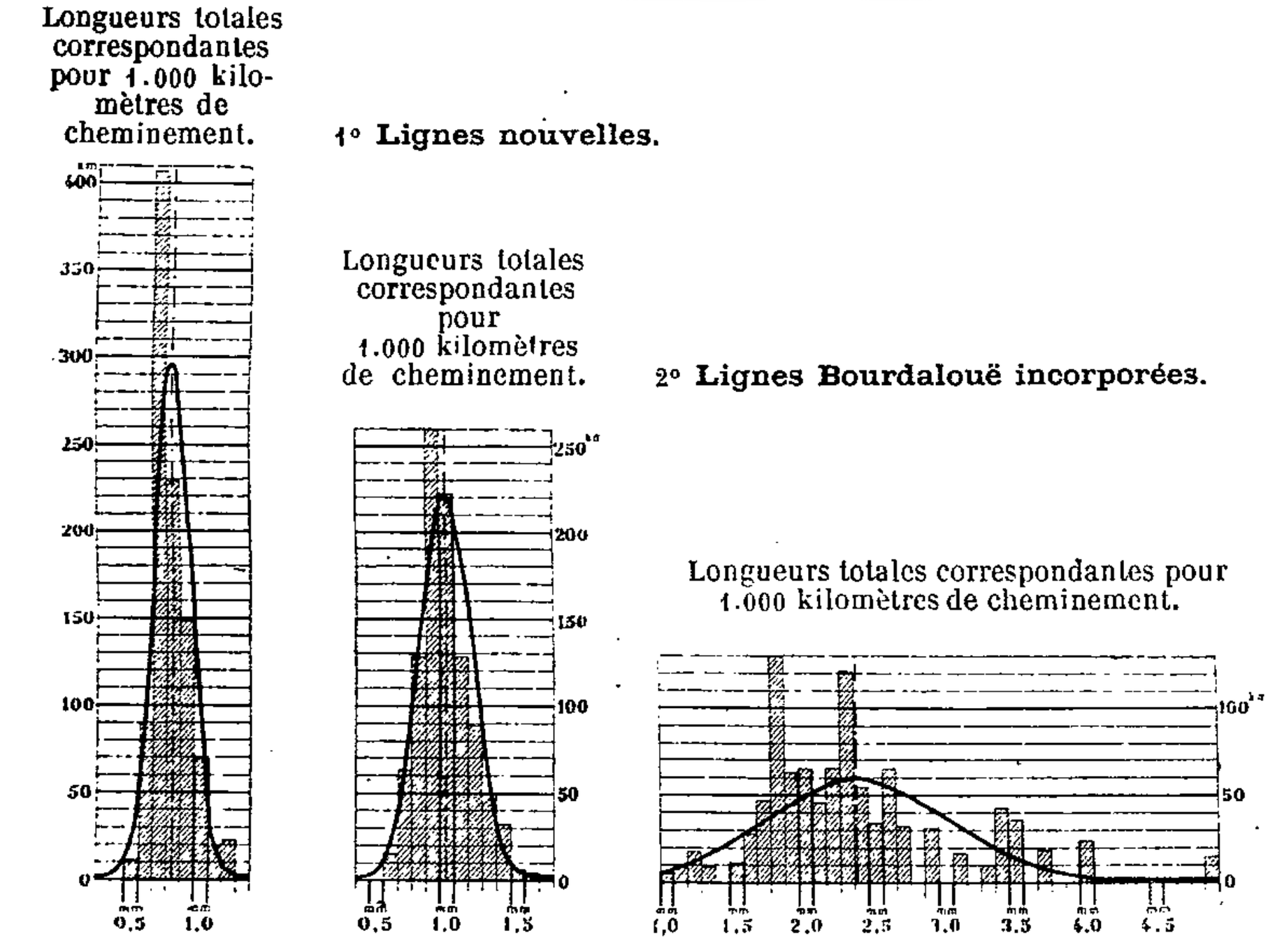


FIG. 13. — Grandeurs des erreurs.

a) *Erreurs accidentelles.* — L'erreur accidentelle probable de chacun des réseaux a pour valeur moyenne :

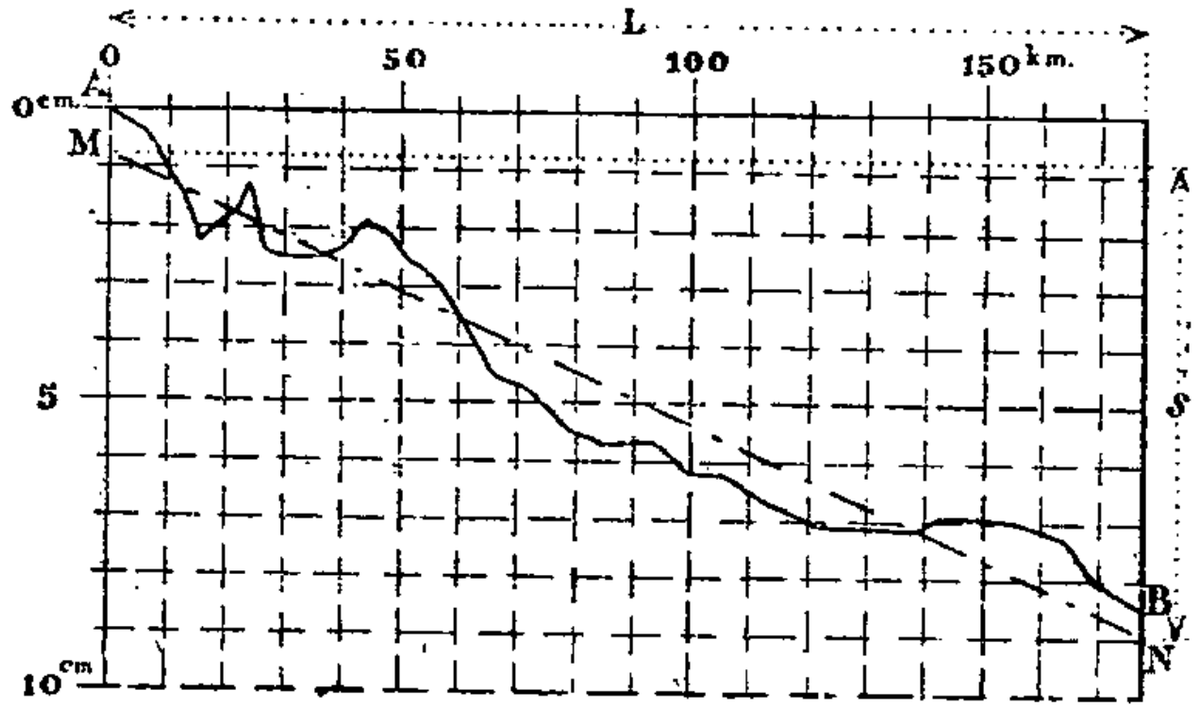
0mm, 8 par kilomètre, pour le réseau de 1er ordre.
1mm — — 2e —
4mm — — 3e —
5mm — — 4e et 5e ordre.

La figure 13 donne respectivement, pour les réseaux de 1er et de 2e ordre, la répartition des erreurs accidentelles probables kilométriques, classées

Exemples de diagrammes figuratifs des discordances cumulées entre les deux opérations d'aller et retour.

Calcul de l'erreur systématique pour une section entière.
(Section K′T′ du réseau fondamental du Nivellement Général de la France).

Distances depuis l'origine de la section.

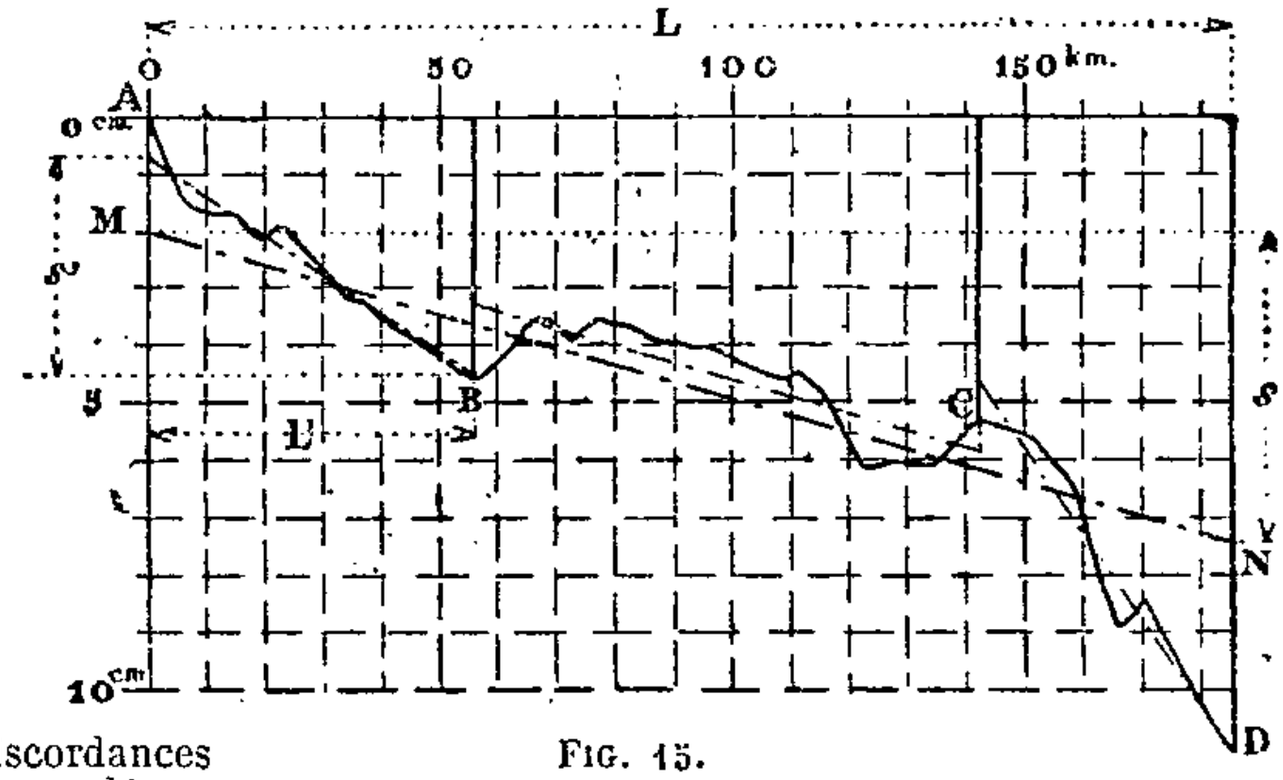


Discordances cumulées.

FIG. 14.

Détermination de l'erreur systématique par tronçons de section.
(Section F′K′ du réseau fondamental du Nivellement Général de la France).

Distances depuis l'origine de la section.



Discordances cumulées.

FIG. 15.

par sections, d'après la grandeur de ces erreurs et la longueur totale des sections correspondantes.

L'erreur accidentelle probable par kilomètre varie :

entre $0^{mm},3$ et $1^{mm},3$ pour le réseau de 1er ordre;
$0^{mm},4$ et $1^{mm},7$ pour les lignes nouvelles du réseau de 2e ordre;
1^{mm} et 5^{mm} pour les lignes Bourdalouë incorporées dans ce dernier réseau.

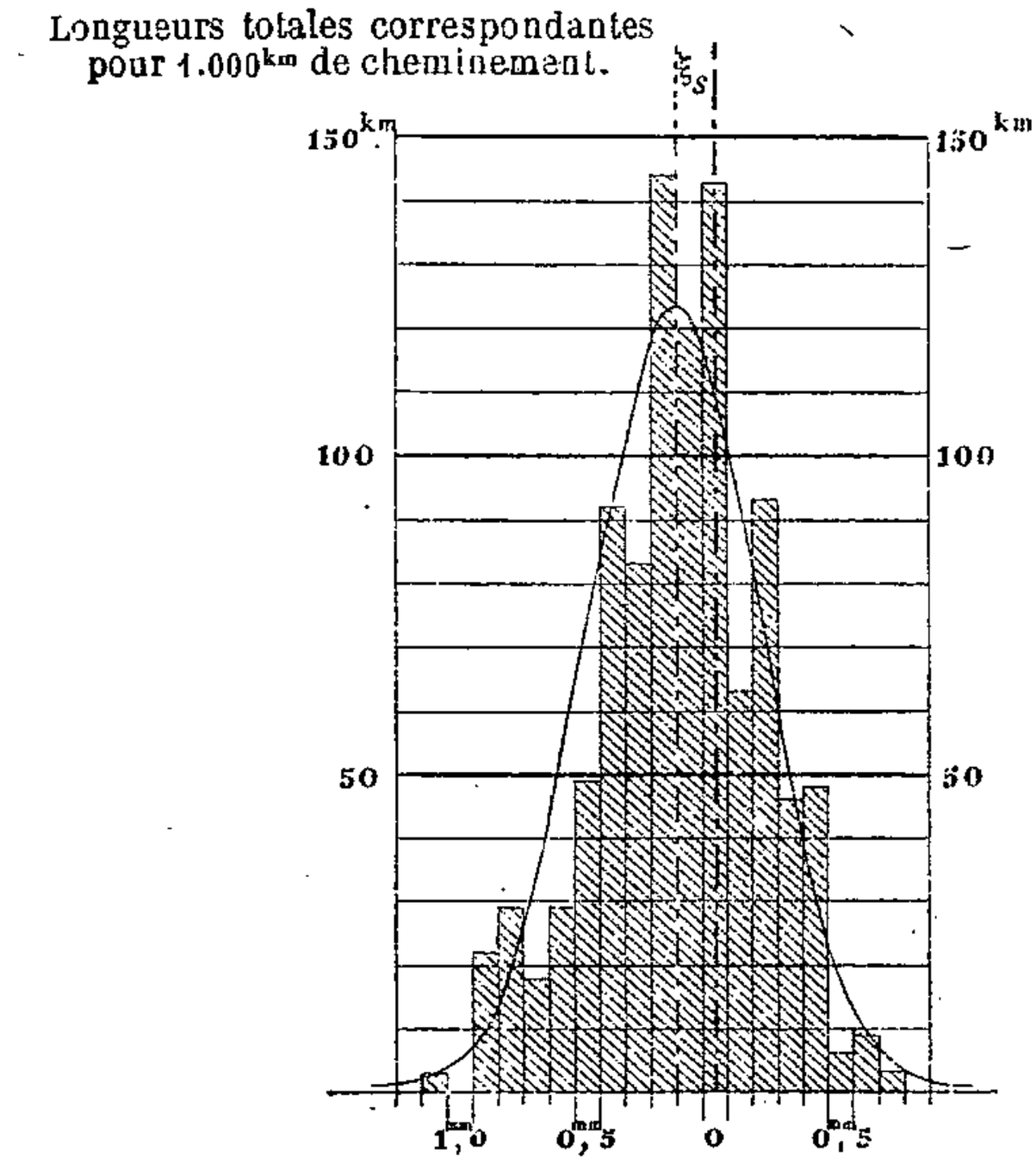
Le nouveau réseau de base est donc, en moyenne, trois fois plus exact que le nivellement de Bourdalouë.

b) *Erreurs systématiques*. — Le plus souvent, aux erreurs accidentelles s'ajoutent des erreurs systématiques (1) dont l'influence, inappréciable sur

Diagrammes des discordances systématiques entre l'aller et le retour, classées d'après leur valeur kilométrique et d'après la longueur totale des cheminements de même erreur.

Réseau français.

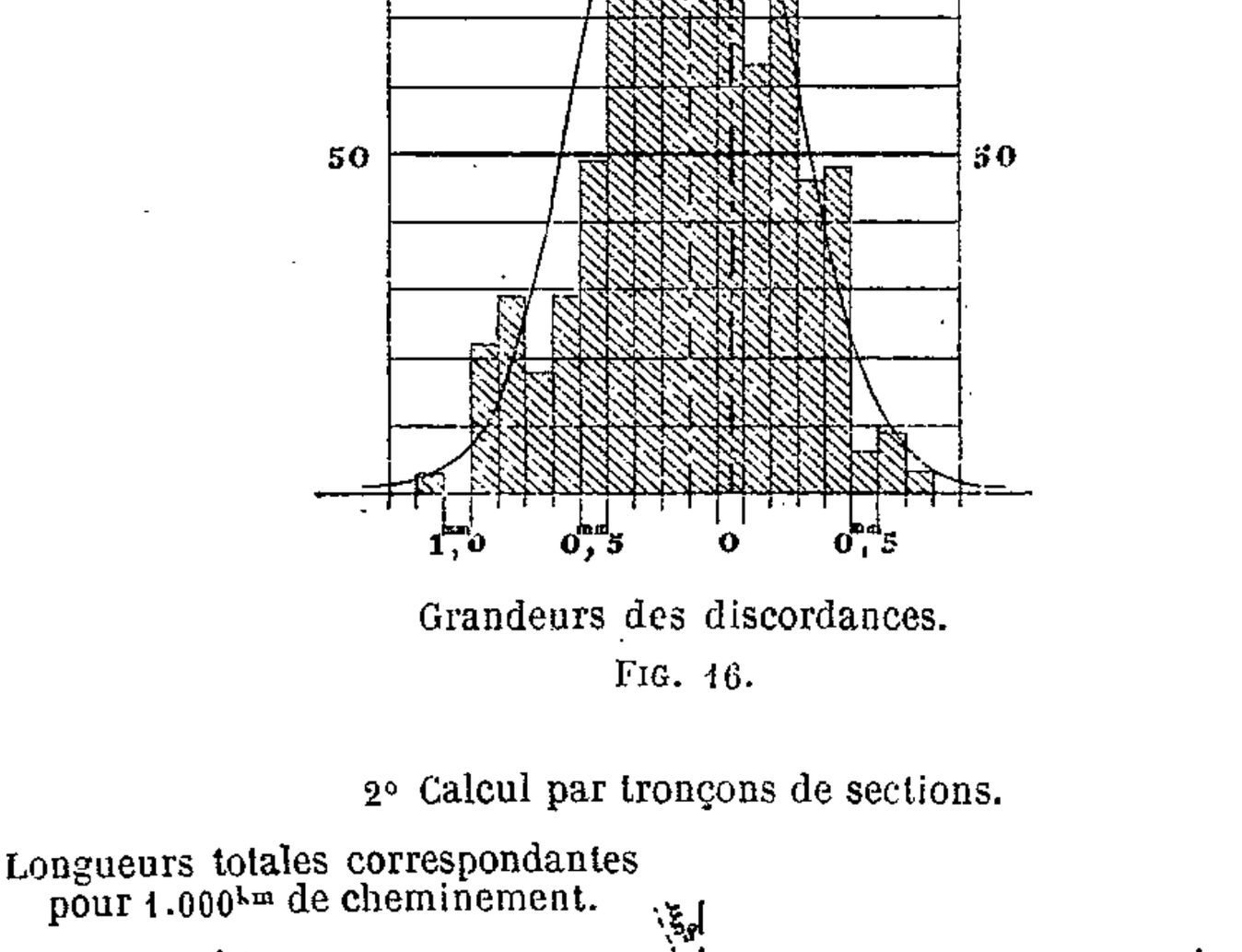
1° Calcul par sections entières.



Grandeurs des discordances.

FIG. 16.

2° Calcul par tronçons de sections.



Grandeurs des discordances.

FIG. 17.

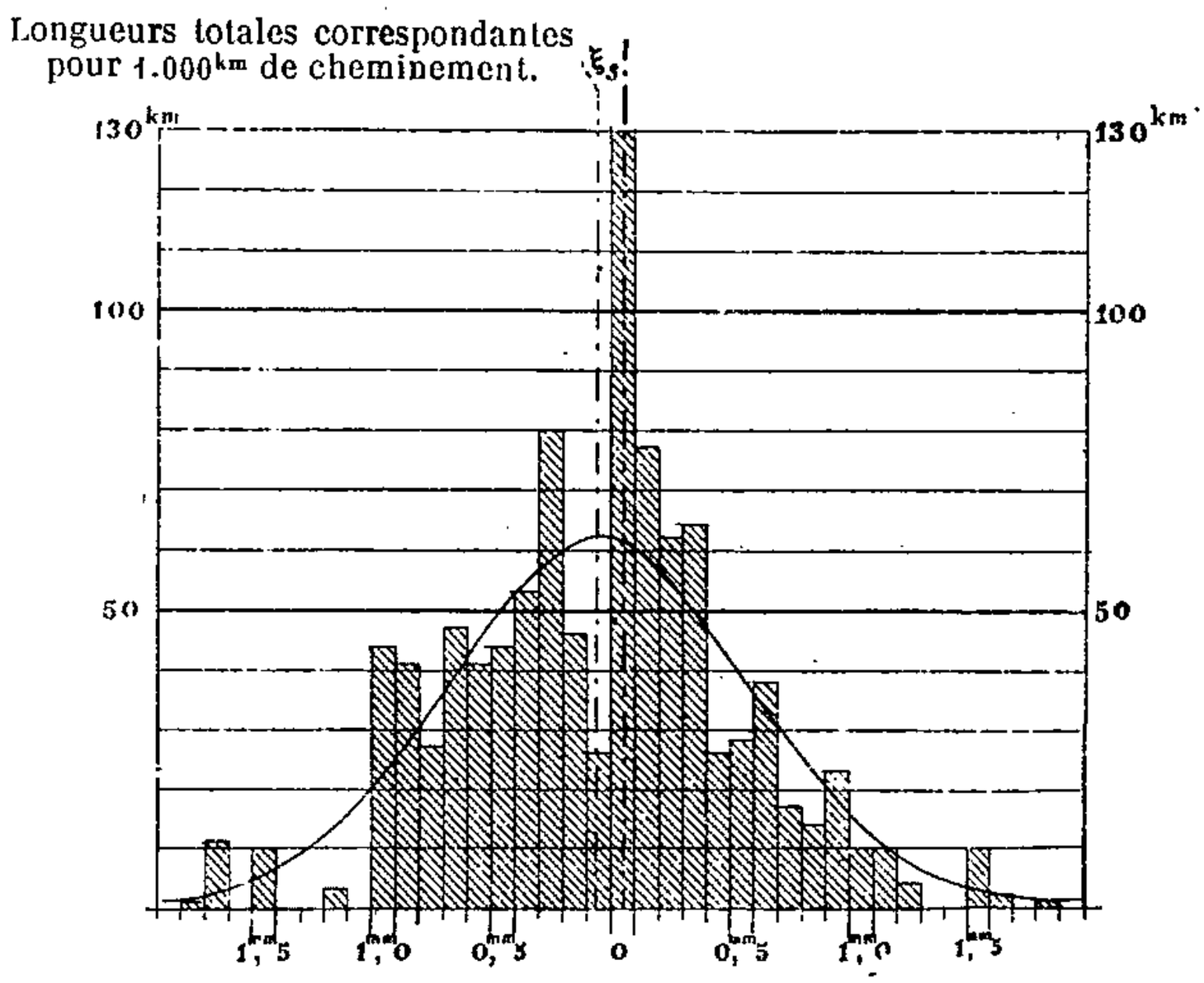
(1) Voir à ce sujet : *Nivellement de haute précision*, n° 90, par Ch. LALLEMAND. Paris, 1889. Baudry, éditeur.

de petits parcours, dépasse de beaucoup celle des erreurs accidentelles sur des lignes étendues, comme celles, par exemple, reliant les mers entre elles à travers les continents.

Diagrammes des discordances systématiques entre l'aller et le retour, classées d'après leur valeur kilométrique et d'après la longueur totale des cheminements de même erreur.

Réseau prussien.

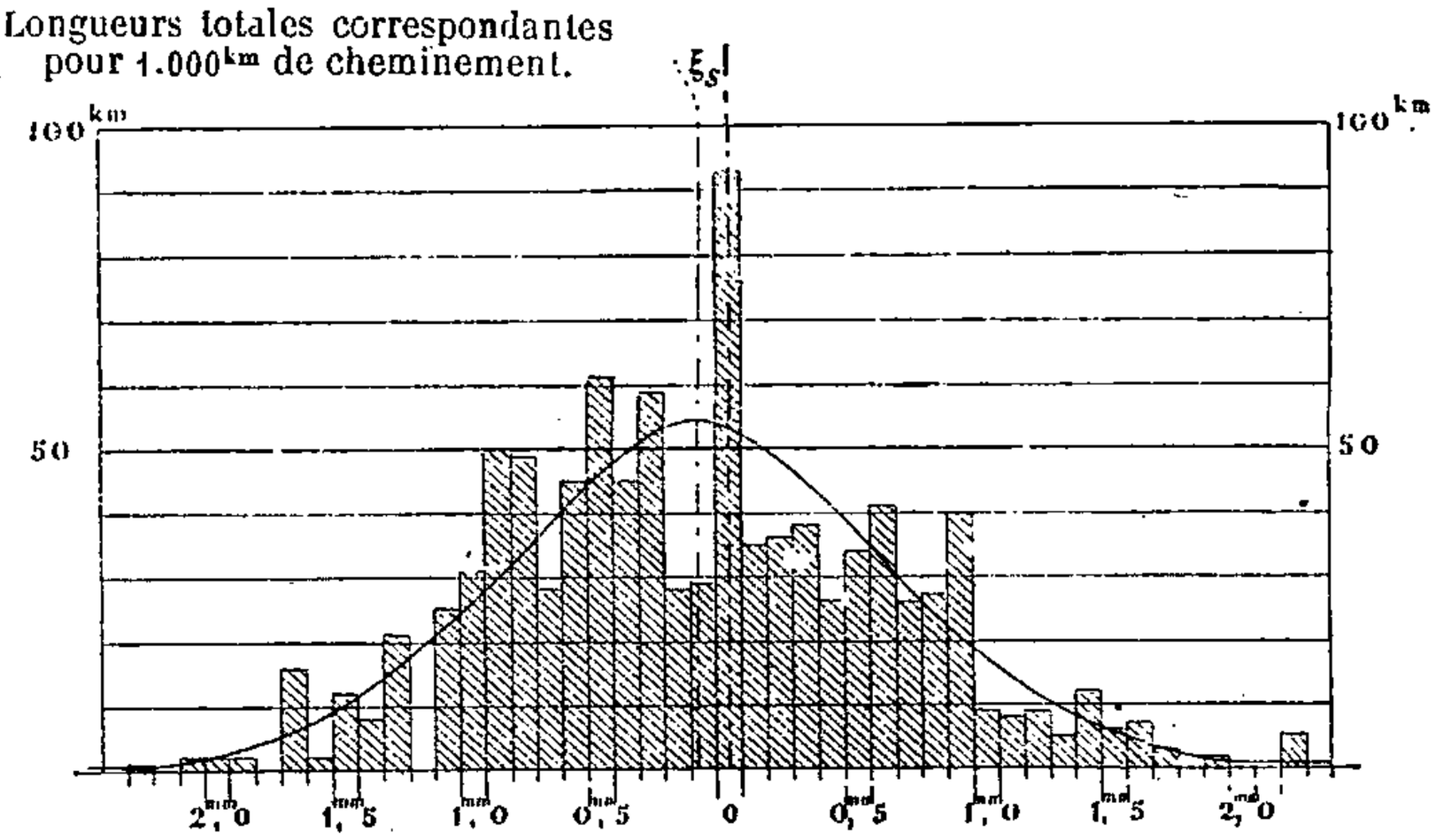
1° Calcul par sections entières.



Grandeurs des discordances.

FIG. 18.

2° Calcul par tronçons de sections.



Grandeurs des discordances.

FIG. 19.

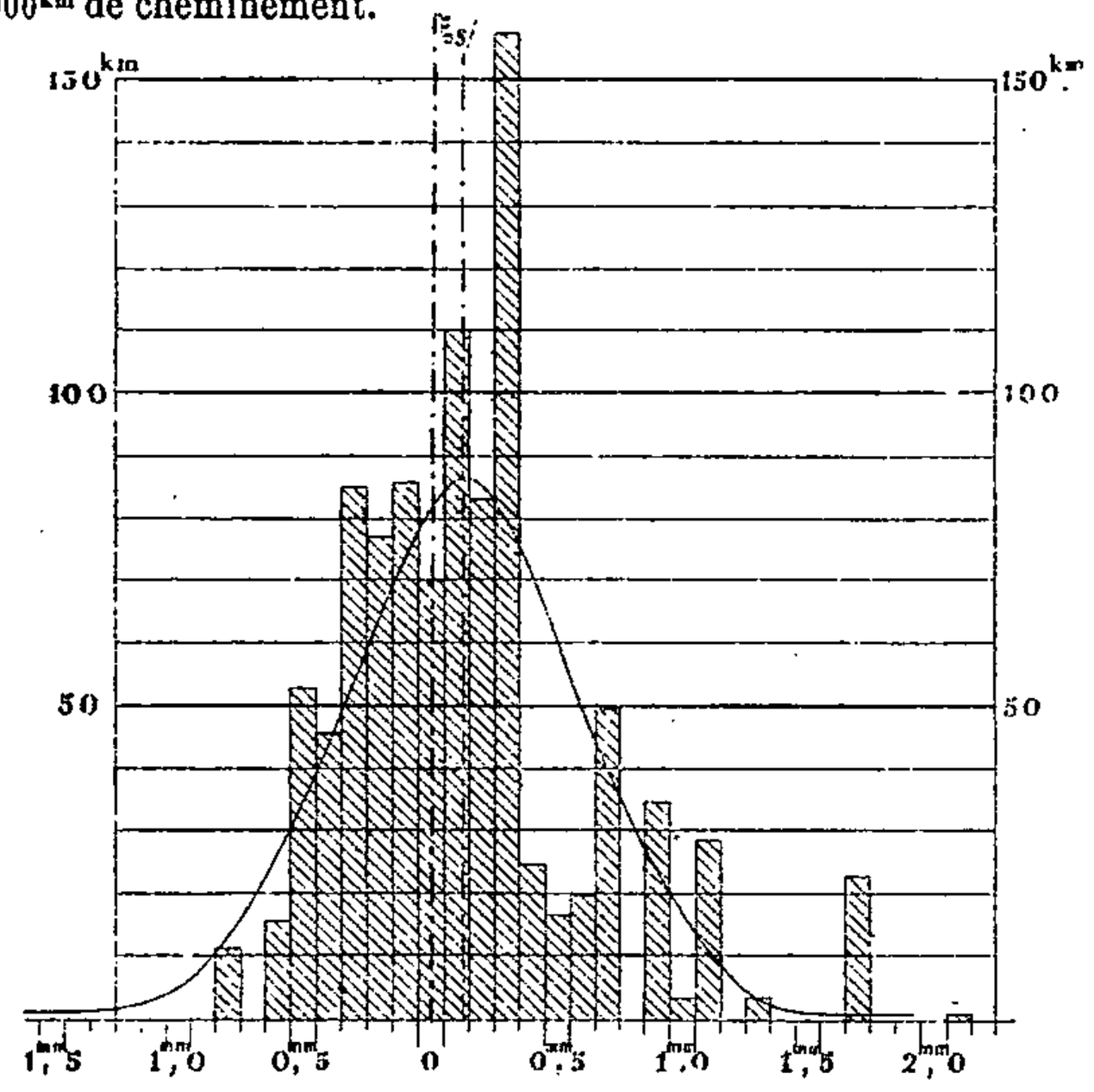
Les erreurs systématiques peuvent être évaluées de deux manières différentes : soit en considérant la discordance progressive entre les deux opé-

rations de sens inverses effectuées sur chaque section *(fig. 14)*, ou sur chaque tronçon de section *(fig. 15)* présentant un même coefficient de dis-

Diagrammes des discordances systématiques entre l'aller et le retour, classées d'après leur valeur kilométrique et d'après la longueur totale des cheminements de même erreur.

Réseau espagnol.

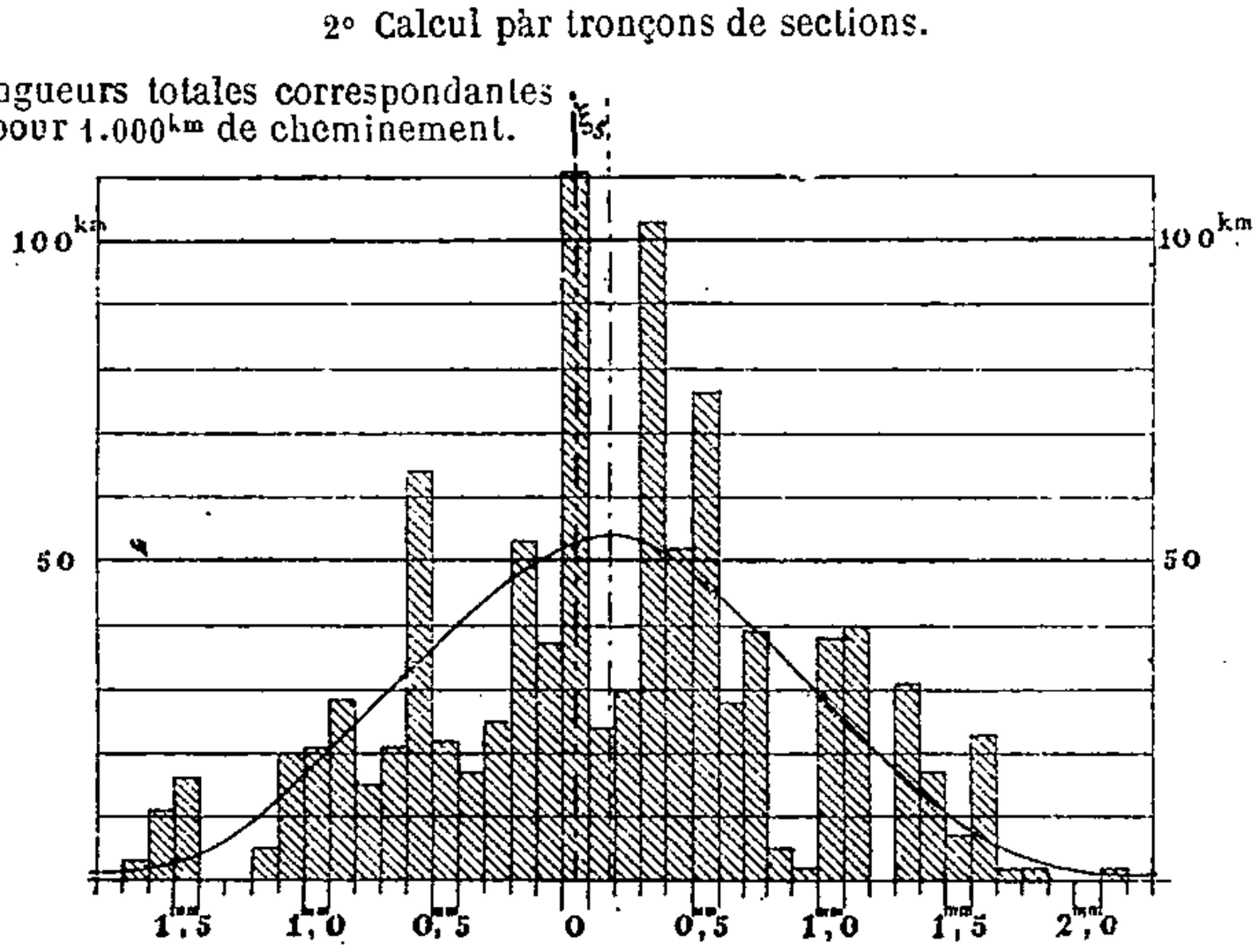
1° Calcul par sections entières.



Grandeurs des discordances.

FIG. 20.

2° Calcul par tronçons de sections.



Grandeurs des discordances,

FIG. 21.

cordance systématique ; soit en retranchant des écarts de fermeture des

polygones la part connue des erreurs accidentelles et en attribuant le reste aux erreurs systématiques.

Les diagrammes *(fig. 16 à 21)* et le tableau ci-après donnent les résultats de l'application de ces trois méthodes aux opérations du nivellement général de la France et, comme comparaison, à quelques réseaux étrangers.

Erreurs accidentelles et systématiques probables du réseau fondamental du nivellement général de la France et de quelques grands réseaux étrangers de nivellements de précision.

			RÉSEAU AUSTRO-HONGROIS				
			Partie occidentale (1).	Réseau entier (2).	Réseau espagnol (3).	Réseau prussien (4).	Réseau français.
Longueur totale des lignes polygonales considérées			6.134km	9.150km	6.730km	15.100km	10.800km
Époque d'exécution des opérations			1872 à 1895	1872 à 1890	1871 à 1887	1867 à 1888	1884 à 1894
Développement moyen d'un polygone			333km	540km	690km	300km	550km
Développement du polygone-enveloppe du réseau			3.249km	4.717km	4.436km	5.641km	3.900km
Écart de fermeture du polygone-enveloppe du réseau			93mm	84mm	297mm	98mm	51mm
Longueur moyenne d'une section			65km	75km	135km	73km	108km
Longueur moyenne des tronçons de même discordance systématique par kilomètre			42km	»	62km	47km	56km
Erreur systématique probable par kilomètre	Calcul par sections entières.	D'après la comparaison des deux opérations d'aller et de retour.	0mm,19	»	0mm,17	0mm,22	0mm,12
		D'après les écarts de fermeture des polygones	0mm,16	0mm,18	0mm,14	0mm,08	0mm,11
	Calcul par tronçons de sections de même discordance systématique.	D'après la comparaison des deux opérations d'aller et de retour.	0mm,29	»	0mm,26	0mm,27	0mm,18
		D'après les écarts de fermeture des polygones	0mm,20	»	0mm,20	0mm,10	0mm,15
Erreur accidentelle probable par kilomètre, déduite de la comparaison des résultats des deux opérations faites sur chaque ligne			0mm,91	1mm	1mm,30	0mm,80	0mm,79
Écart moyen de fermeture d'un polygone			± 56mm	± 85mm	± 110mm	± 34mm	± 60mm
Réduction maxima pour 100 de l'écart moyen de fermeture, en supposant nulles	les erreurs accidentelles		15 0/0	13 0/0	19 0/0	30 0/0	16 0/0
	les erreurs sytématiques.		49 0/0	53 0/0	45 0/0	26 0/0	50 0/0

(1) *Die astronomisch-geodätischen Arbeiten des K. und K. Militär-geographischen Instituts, Das Präcisionsnivellement,* t. VIII; Wien, 1896.

(2) *Mittheilungen des K. und K. Militär-geographischen Instituts,* t. XI, 1891 et t. XIV, 1894, Wien. On a supprimé la ligne de Franzensfeste à Inspruk (79km), et celle d'Abos à Poprad (95km), qui séparent des polygones ayant des écarts de fermeture relativement considérables et de signes contraires : + 194mm et — 274mm, d'une part, + 158mm et — 270mm, d'autre part, vraisemblablement dus à la présence d'une ou de plusieurs fautes dans la section commune.

(3) *Memorias del Istituto geografico y estadistico,* t. I à VIII; Madrid, 1871 à 1887.

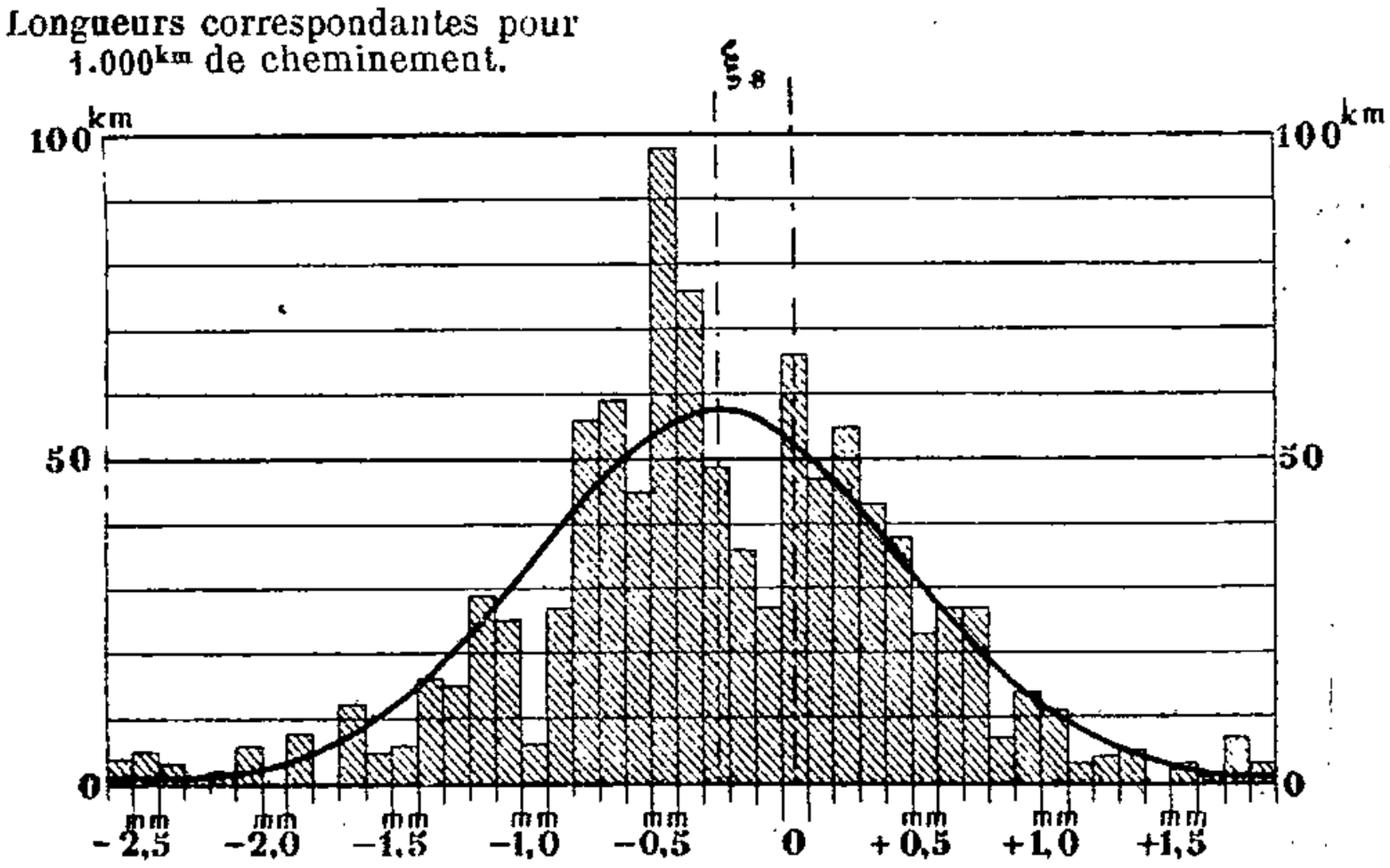
(4) *Nivellements der Trigonometrischen Abtheilung der Landesaufnahme,* t. VII; Berlin, 1894.

Pour le réseau de 2e ordre, les figures 22, 23 et 24 donnent de même la répartition des discordances systématiques entre l'aller et le retour, classées d'après leur valeur kilométrique et d'après la longueur totale des cheminements de même erreur (1). L'erreur systématique probable kilomé-

Diagrammes des discordances systématiques entre l'aller et le retour, classées d'après leur valeur kilométrique et d'après la longueur totale des cheminements de même erreur, pour le réseau de 2e ordre.

1° *Lignes nouvelles.*

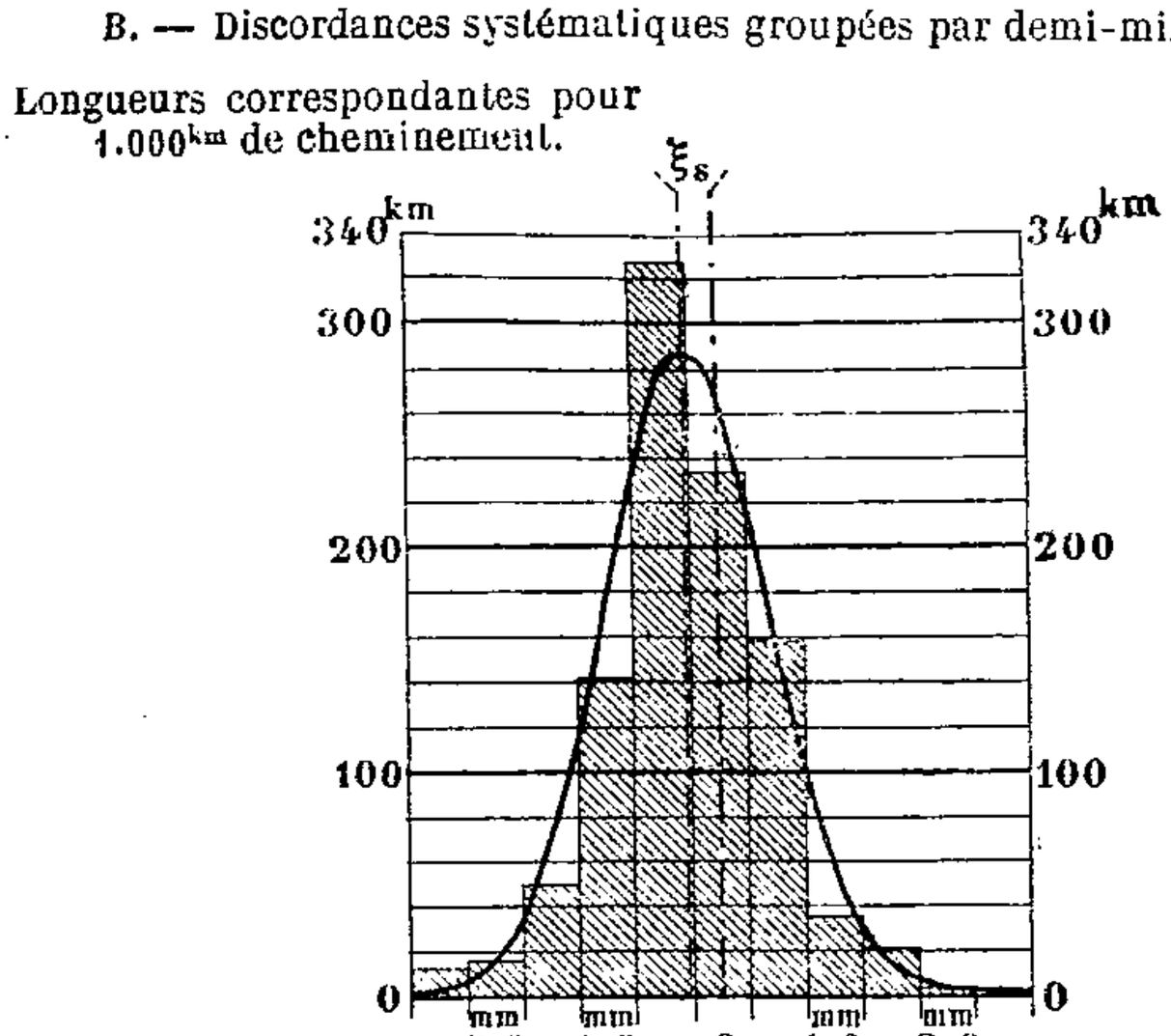
A. — Discordances systématiques groupées par décimillimètres.



Grandeurs des discordances.

FIG. 22.

B. — Discordances systématiques groupées par demi-millimètres.



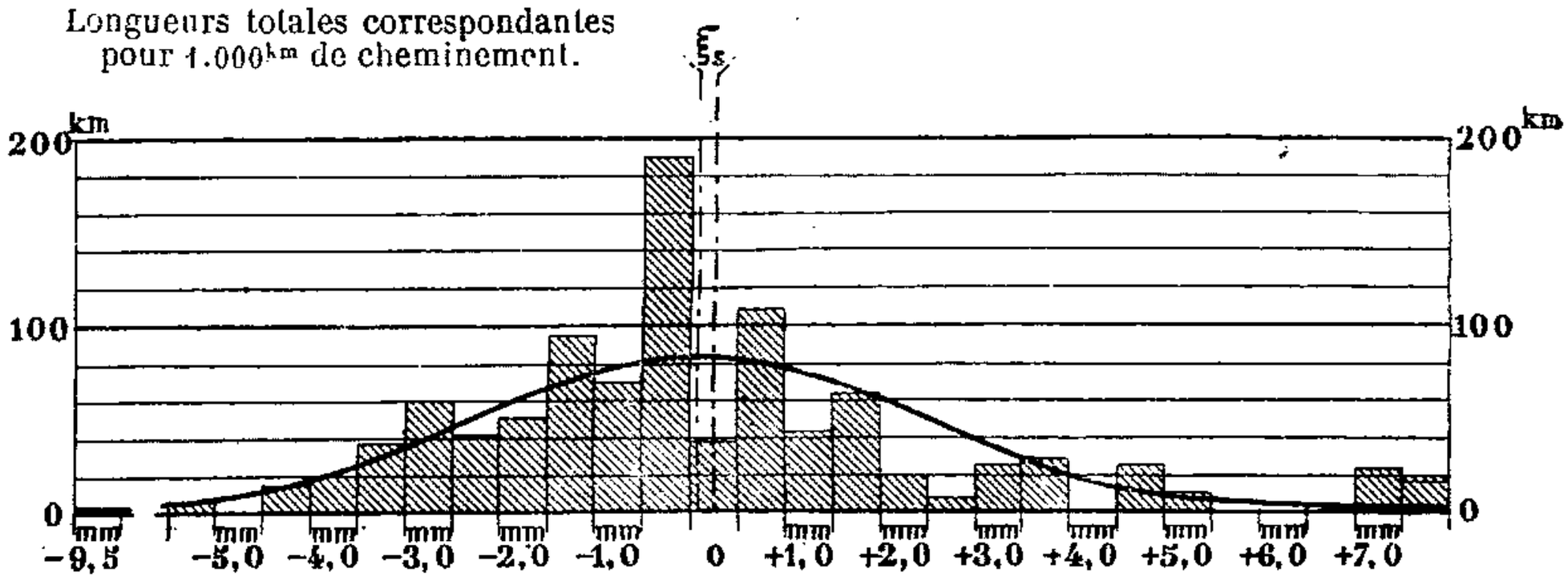
Grandeurs des discordances.

FIG. 23.

(1) Sur la figure 22 les discordances ont été groupées par décimillimètres pour faciliter la comparaison avec les diagrammes analogues (*fig. 16 et 17*), relatifs au réseau fondamental. Par contre, sur la figure 23, ces mêmes discordances ont été groupées par demi-millimètres pour faciliter la comparaison avec la figure 24 relative au réseau de Bourdaloue.

2° *Anciennes lignes de Bourdalouë.*

Discordances systématiques groupées par demi-millimètres.



Grandeurs des discordances.

FIG. 24.

trique de la moyenne de l'aller et du retour est de $\pm 0^{mm},26$ pour les lignes nouvelles et de $\pm 0^{mm},77$ pour les anciennes lignes de Bourdalouë incorporées dans le même réseau.

En tenant compte des erreurs systématiques, l'erreur probable de la différence de niveau entre Marseille et Dunkerque, obtenue par le nouveau Nivellement général de la France, ne dépasse pas 6 centimètres.

De l'examen des figures 16 à 24, et du tableau ci-dessus, on peut, il semble, tirer les conclusions suivantes:

1° Les nivellements de précision sont tous affectés d'erreurs systématiques dont le coefficient probable, dans la moyenne des deux opérations de sens inverses, peut atteindre jusqu'à $0^{mm},3$ par kilomètre. Il était de $0^{mm},8$ dans le nivellement de Bourdalouë.

2° Par suite de la compensation partielle des erreurs systématiques dans la moyenne des résultats, le coefficient kilométrique de ces erreurs, déduit des écarts de fermeture des polygones, est toujours inférieur de beaucoup à celui tiré des discordances constatées entre les deux opérations faites sur chaque section.

3° Le calcul par sections entières donne des coefficients plus faibles et un peu moins discordants que le calcul par tronçons de sections, plus rationnel en apparence, mais aussi plus arbitraire.

4° L'influence des erreurs systématiques est surtout à craindre sur les sections de grande longueur, dans les réseaux à larges mailles.

En attribuant, comme on le fait d'habitude, aux seules erreurs accidentelles les écarts de fermeture des cheminements, on obtient des chiffres beaucoup trop forts pour le coefficient kilométrique de ces erreurs. Ainsi, pour les réseaux français et prussien, ce coefficient, dans l'hypothèse en question, serait à peu près doublé et s'élèverait respectivement à $1^{mm},7$ et

1mm,5, au lieu de 0mm,8. Toutes choses égales d'ailleurs, les réseaux à larges mailles paraissent ainsi — à tort — relativement moins précis que les réseaux à mailles étroites.

5° Généralement, la part des erreurs systématiques dans les écarts de fermeture des polygones est bien supérieure à celle des erreurs accidentelles. Si ces dernières s'annulaient, les écarts de fermeture, pour trois sur quatre des réseaux visés dans le précédent tableau, ne diminueraient, en moyenne, que de 13 à 19 0/0, tandis que la suppression des erreurs systématiques les réduirait à peu près de moitié.

Pour augmenter la précision des grandes lignes de nivellements, une diminution des erreurs systématiques serait donc infiniment plus utile qu'une réduction des erreurs accidentelles, acquise au prix de nouvelles complications dans les méthodes et les instruments.

Malheureusement la constance, tout à fait remarquable et imprévue, des coefficients obtenus pour les erreurs systématiques de réseaux, comme ceux faisant l'objet du tableau ci-dessus, nivelés avec des méthodes et des instruments dissemblables, sous des climats, à des époques et par des opérateurs différents, semble bien montrer que les erreurs en question ne sont liées ni aux instruments, aux méthodes ou aux opérateurs, ni à la nature du sol, aux circonstances atmosphériques ou à l'orientation des cheminements.

Actuellement, le meilleur, sinon le seul moyen d'atténuer l'influence des erreurs systématiques dans un nivellement de précision, est donc encore de réduire les dimensions des mailles du réseau, comme on l'a fait en Hollande, par exemple.

VII

DIAGRAMMES FIGURATIFS DES CIRCONSTANCES D'EXÉCUTION DES NIVELLEMENTS DE PREMIER ORDRE

En vue de faciliter la recherche ultérieure des causes des erreurs systématiques dont nous venons de parler, nous avons cherché à figurer, sous une forme aussi claire et aussi condensée que possible, les circonstances d'exécution des 12.000 kilomètres de nivellement du réseau fondamental français.

A cet effet, nous avons préparé et publié récemment (1) un album composé de 19 planches de diagrammes, relatives chacune aux travaux d'une même brigade dans le cours d'une même campagne.

(1) Voir *Comptes rendus de l'Association géodésique internationale. — Conférence générale* tenue à Paris en 1900. Leyde, 1901, pages 184 et suivantes.

Ces diagrammes font connaître :

Le profil du cheminement ;

La température moyenne des deux mires, d'après les indications fournies par le dispositif de compensation (1) de ces mires ainsi que les dates correspondantes des opérations ;

La variation métrique moyenne de longueur des deux mires employées simultanément ;

Les numéros des instruments utilisés pour les opérations et les noms du chef de brigade et du lecteur qui les ont exécutées ;

Les écarts entre les altitudes moyennes des repères résultant des opérations primitives et les altitudes calculées respectivement avec :

a) l'opération d'aller du chef de brigade, d'une part, et la moyenne de ses deux nivellements d'aller et de retour, d'autre part ;

b) l'opération d'aller du lecteur, d'une part, et la moyenne de ses deux nivellements d'aller et de retour, d'autre part ;

c) la moyenne des deux opérations d'aller du chef de brigade et du lecteur ;

d) les résultats d'un certain nombre de vérifications qui ont été exécutées quelques années après les opérations primitives.

L'examen de ces diagrammes a montré que si l'opération de retour et l'équidistance des mires au niveau sont des conditions indispensables à la précision des résultats, en revanche on peut, sans diminuer sensiblement celle-ci, faire l'économie du « lecteur » et supprimer les retournements de la lunette et de la nivelle.

VIII

COMPARAISON AVEC LES RÉSULTATS DU NIVELLEMENT DE BOURDALOUE

Les sections de 1er et de 2e ordre du nouveau nivellement général croisent en un grand nombre de points les lignes de l'ancien nivellement de Bourdalouë.

La comparaison des altitudes anciennes et nouvelles des repères communs aux deux nivellements a mis en relief une discordance *(fig. 25)* qui, avec quelques alternatives, va en croissant du sud au nord, depuis Marseille, où la correction à retrancher des altitudes Bourdalouë est simplement égale à la différence ($0^m,07$) des deux niveaux de comparaison, jusqu'à Brest, d'une part, où cette correction atteint $1^m,07$, et à Lille, d'autre part, où elle est de $0^m,91$.

(1) Voir : *Nivellement de haute précision*, par Ch. LALLEMAND, ch. II, § 2 (Paris, 1889. — Baudry, éditeur).

L'importance de ces écarts dépasse très notablement celle des corrections orthométriques (maximum $0^m,10$), dont on n'avait pas tenu compte dans le calcul des anciennes altitudes ; elle dépasse aussi de beaucoup les résultantes de ces corrections combinées avec les erreurs accidentelles des deux nivellements et avec les erreurs systématiques du nouveau réseau, lesquelles ont pu être évaluées avec une suffisante approximation. Les discor-

Corrections des altitudes Bourdaloue, d'après le nouveau Nivellement Général.

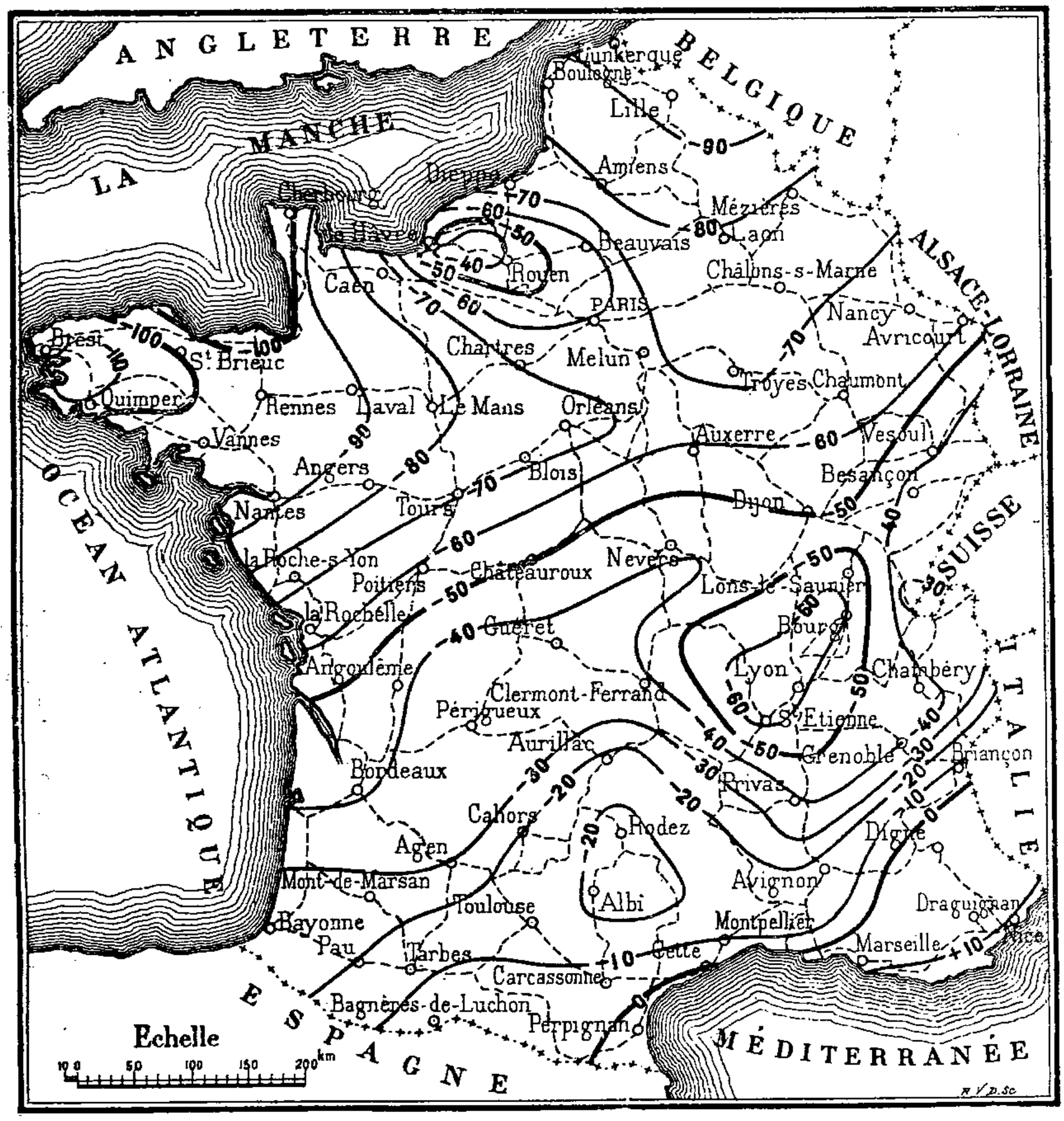


FIG. 25.

..... Lignes du nivellement de Bourdaloue.

——— Courbes d'égales discordances entre les altitudes Bourdaloue et les altitudes orthométriques officielles des mêmes repères, d'après le nouveau Nivellement Général. Les cotes inscrites sur les courbes expriment, *en centimètres*, les corrections.

dances en question doivent donc être attribuées surtout à des erreurs systématiques affectant les opérations de Bourdaloue.

Pour permettre une comparaison plus correcte des altitudes résultant des deux nivellements, le savant et regretté colonel Goulier avait revu et dis-

cuté à nouveau les opérations originales de Bourdalouë. Il avait pu découvrir et compenser certaines erreurs systématiques que cet habile opérateur n'avait pas soupçonnées ; il avait également corrigé les erreurs dues à un

Corrections à ajouter aux altitudes officielles du nouveau Nivellement Général de la France pour obtenir les altitudes rationnelles correspondantes.



FIG. 26.

——— Lignes du nivellement de 1er ordre } compensées simultanément en vue du calcul
— — — — de 2e — } des altitudes rationnelles.

Marégraphe ou Médimarémètre.

⊙ Raccordement avec un nivellement étranger.

Courbes d'égales discordances entre l'altitude *officielle* et l'altitude *rationnelle* d'un même repère.

Les cotes inscrites sur les courbes et en certains points des frontières expriment, *en centimètres*, les corrections correspondantes.

très léger excès de longueur (0mm,1 par mètre en moyenne) de l'une de ses mires ; enfin, il avait apporté aux altitudes de Bourdalouë la correction orthométrique qui a été systématiquement introduite dans le calcul

des nouvelles altitudes. L'ensemble de ces corrections modifiait de $0^m,1$ en moyenne et de $0^m,3$ au maximum les altitudes primitives (1).

D'autre part, si les lignes nouvelles du réseau de second ordre présentent une erreur systématique, moyenne à peu près double de celle du réseau fondamental, pour l'erreur accidentelle, au contraire, les coefficients

Corrections, d'après les altitudes rationnelles du nouveau Nivellement Général de la France des altitudes Bourdalouë rectifiées par le colonel Goulier.

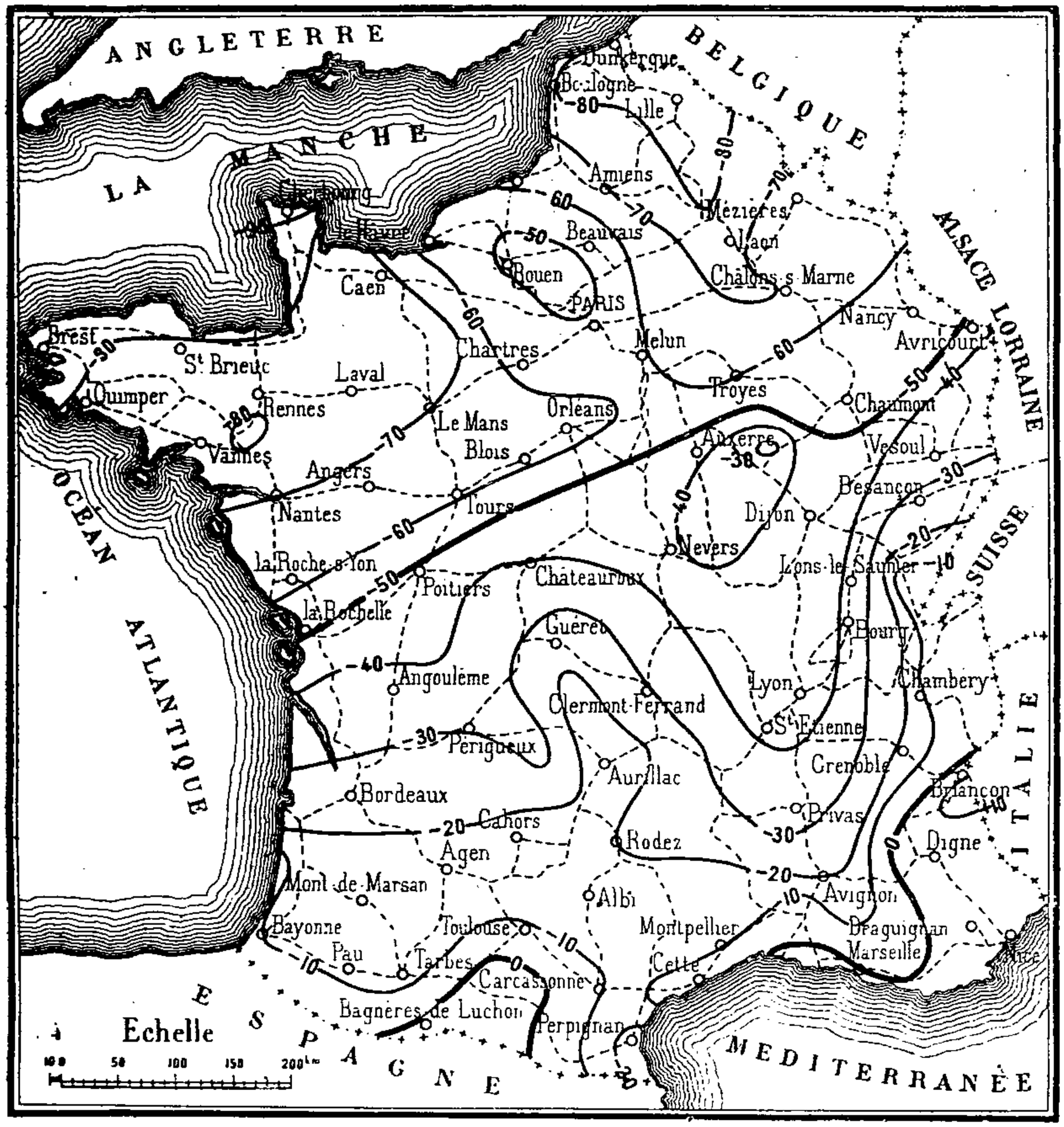


FIG. 27.

..... Lignes du nivellement de Bourdaloué.

——— Courbes d'égales discordances entre les altitudes des repères Bourdaloué rectifiées par le colonel Goulier et les altitudes orthométriques *rationnelles* des mêmes repères, d'après le nouveau Nivellement Général.

Les cotes inscrites sur les courbes expriment, *en centimètres*, les corrections correspondantes.

différent peu. Rationnellement on eût dû, par suite, faire entrer dans la compensation générale les lignes nouvelles de 2e ordre conjointement avec

(1) Voir : *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* de Paris (séance du 20 août 1888) *et de l'Association géodésique internationale* (conférence de Salzbourg, 1888).

les sections de 1er ordre, et considérer l'ensemble comme constituant le véritable réseau de base du nivellement général de la France. On eût ainsi légèrement accru la précision finale des altitudes nouvelles. Des nécessités d'ordre pratique n'ont pas permis d'attendre, pour fixer les altitudes officielles des repères du réseau de 1er ordre, l'achèvement du réseau de 2e ordre, mais on a recherché, après coup, quels écarts peuvent exister entre ces *altitudes officielles* et les *altitudes rationnelles* déduites d'une compensation effectuée, comme nous venons de l'indiquer, en ayant égard aux lignes nouvelles de 2e ordre, ainsi qu'à des vérifications locales exécutées entre Amiens et Paris, sur deux sections de 1er ordre.

Les écarts entre les altitudes officielles et les altitudes rationnelles des mêmes repères sont indiqués sur la carte ci-contre *(fig. 26)*.

Si, pour les repères situés aux points de croisement des deux nivellements, on compare les altitudes Bourdalouë rectifiées par le colonel Goulier, comme il a été indiqué plus haut, avec les altitudes rationnelles, calculées comme il vient d'être dit, on constate bien que les nouveaux écarts *(fig. 27)*, (97 centimètres à Dunkerque et 82 centimètres à Brest), sont un peu plus faibles que les discordances brutes *(fig. 25)*, obtenues en comparant les altitudes indiquées au répertoire de Bourdalouë avec les altitudes officielles du nouveau nivellement général. L'atténuation, toutefois, n'est pas assez prononcée pour altérer nos précédentes conclusions touchant l'existence d'erreurs systématiques notables et jusqu'alors inconnues dans le nivellement de Bourdalouë.

IX

PUBLICATION DU RÉPERTOIRE GRAPHIQUE DES REPÈRES

Les résultats des opérations sont mis à la disposition du public :

1° Sur le terrain, par l'insertion des plaquettes altitudinales dans les repères principaux *(fig. 5 et 7)*, ou exceptionnellement dans la pierre même, à côté des anciens repères de Bourdalouë *(fig. 6)* ;

2° Par la publication d'un catalogue, ou *Répertoire graphique* (1), qui présente l'ensemble des résultats classés par sections.

Ce répertoire répète les altitudes indiquées sur le terrain pour les repères principaux, et donne celles des repères secondaires, qui ne doivent pas être pourvus de plaques altitudinales. Pour tous les repères, il précise à l'aide d'une carte et d'un dessin, la désignation de leur emplacement et de leur nature, de manière à permettre de les retrouver sans difficulté.

Pour le réseau fondamental, la carte, à l'échelle de $\frac{1}{100.000}$, est accolée au texte, et donne une sorte de plan-itinéraire de chaque section.

(1) En vente chez MM. Schwob et Cie, imprimeurs, à Nantes.

Pour les réseaux de 2e et de 3e ordre, le plan-itinéraire, obtenu au moyen de reports en bistre de la carte au $\frac{1}{80.000}$ de l'état-major, est séparé du texte.

L'emplacement et les numéros des repères y sont indiqués en noir par un second tirage.

Pour les nivellements de 4e et de 5e ordre, déjà exécutés dans le département du Pas-de-Calais, chaque carte, obtenue par les mêmes moyens, embrasse une maille entière de 3e ordre.

Les fascicules du *Répertoire graphique* actuellement parus comprennent:

1° Le réseau fondamental ou de 1er ordre, tout entier *(fig. 1)* (1).

2° Les sections de 2e ordre *(fig. 2)*, comprises dans les polygones: A, C, C′, D, D′, F′, G, H, K, K′, L, L′, N, O, P′, Q, Q′, R, R′, T, T′, U, V, V′, W, X et Z′, du réseau fondamental (2);

3° Les sections de 3e, de 4e et de 5e ordre, constituant le nivellement spécial du département du Pas-de-Calais *(fig. 3)* (3).

X

CONSERVATION DES REPÈRES

La conservation des repères est le complément indispensable de leur établissement. Faute de mesures spéciales prises dans ce but, un réseau de nivellement ne tarde pas à subir de profondes altérations par l'atteinte du temps et des hommes. La rouille ronge les repères, surtout dans les endroits exposés à des émanations acides; la malveillance les casse, en arrache les plaquettes altitudinales; la démolition des ouvrages d'art et des édifices, ou le déplacement des bornes de routes, détruisent ou modifient les supports. Ainsi entamé de tous les côtés, chaque jour et en détail, le réseau, s'il n'était l'objet d'une surveillance et de réparations incessantes, serait vite compromis, comme le prouve l'expérience de certains pays (4).

Aussi, en 1877, l'Administration des Travaux publics a-t-elle institué un service de conservation des repères du nivellement général de la France.

(1) En vente par planches comprenant généralement une seule section. (Prix variant de 1 franc à 2 fr. 25 c. suivant la longueur.)

(2) En vente par fascicules dont chacun correspond à un polygone du réseau fondamental. (Prix variant de 1 franc à 5 fr. 50 c.)

(3) En vente par fascicules dont chacun correspond à une maille de 3e ordre. (Prix variant de 1 fr. 50 c. à 3 fr. 75 c.)

(4) Du rapport présenté en 1886 à l'Association géodésique internationale par feu M. Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neufchâtel, il ressort que sur les repères placés depuis 1865, en Suisse, on n'en a retrouvé complètement intacts que 98 0/0 pour le 1er ordre et 59 0/0 pour le 2e ordre. La perte est due en grande partie, dit le rapport, au vandalisme des conducteurs de routes et à l'incurie des ingénieurs des petites villes et des autorités des villages.

Elle l'a confié aux ingénieurs des Ponts et Chaussées pour leurs circonscriptions respectives, et l'a centralisé au Service du Nivellement général.

Ce service reçoit les procès-verbaux de la visite des repères que les ingénieurs doivent faire, chaque année, de tous les repères ; il relève les observations auxquelles donne lieu cette visite et provoque les mesures nécessaires pour remédier à toutes les altérations du réseau, dès qu'elles se produisent.

Depuis 1877, c'est-à-dire en vingt-quatre ans, ce service a fait remplacer ou reposer 1.700 repères avec toutes les garanties désirables de précision.

XI

DÉTERMINATION DU NIVEAU MOYEN DE LA MER SUR LES CÔTES FRANÇAISES

Les observations du marégraphe et des médimarémètres (1), établis en 15 stations échelonnées sur le littoral de la France par le Service du Nivellement général se poursuivent régulièrement.

A la date du 1er janvier 1901, les altitudes du niveau moyen de la Méditerranée, à Marseille, fournies, depuis leur entrée en fonction (1885), respectivement par le marégraphe enregistreur-totalisateur et par le médimarémètre installé dans le même puits, étaient les suivantes :

	Cotes rapportées au zéro normal du Nivellement général de la France.
1° Marégraphe totalisateur	+ 1 centimètre.
2° Médimarémètre.	— 2 centimètres.

D'autre part, à la même date, les cotes du niveau moyen de la mer, exclusivement déduites des observations des médimarémètres et rapportées au niveau moyen fourni par le médimarémètre de l'Observatoire marégraphique de Marseille, sont consignées dans le tableau suivant, où l'on a indiqué séparément les cotes calculées d'après l'altitude officielle et d'après l'altitude rationnelle (voir § VIII) du zéro de chaque appareil. En regard, on a donné le nombre d'années de fonctionnement normal de l'appareil.

La détermination des niveaux moyens ne paraît pas, en général, comporter une incertitude dépassant un à deux centimètres, sauf peut-être à Port-de-Bouc, aux Sables-d'Olonne et à Cherbourg, où l'incertitude est un peu plus grande.

(1) Voir pour la description de ce dernier appareil : *Comptes rendus de l'Association française pour l'Avancement des Sciences* (Congrès de Pau, séance du 17 septembre 1892).

Les petites discordances entre les cotes relatives aux différents postes tiennent probablement, pour une bonne part, aux erreurs du nivellement, qui s'ajoutent à celles de la détermination du niveau moyen de la mer.

Les cotes afférentes au golfe de Gascogne semblent accuser cependant un exhaussement local de un à deux décimètres du niveau de l'Atlantique en ce point. Cette anomalie peut tenir, soit à des influences météorologiques (vents, pression barométrique, courants, etc.) particulières à cette région, soit peut-être même à des erreurs systématiques du nivellement, bien qu'à ce point de vue, les recherches faites jusqu'alors soient restées sans résultat.

Cotes du niveau moyen de la mer fournies par les médimarémètres installés sur le littoral français et rapportées au niveau moyen de la Méditerranée, à Marseille.

DÉSIGNATION DES POSTES	COTES		DURÉE de FONCTIONNEMENT NORMAL de l'appareil.
	Officielles.	Rationnelles.	
	CENTIMÈTRES		ANNÉES.
I. — MANCHE.			
Cherbourg	— 10	— 10	10
II. — OCÉAN ATLANTIQUE.			
Camaret	— 5	— 2	11
Quiberon	— 1	+ 1	9
Les Sables-d'Olonne	— 5	— 5	7
La Pallice	+ 10	+ 9	10
Biarritz	+ 21	+ 20	11
Saint-Jean-de-Luz	+ 16	+ 16	11
III. — MÉDITERRANÉE.			
Port-Vendres	+ 2	— 1	13
Cette	— 3	— 3	13
Port-de-Bouc	— 2	— 3	7
Martigues	+ 1	0	7
Marseille (Port-Vieux)	0	0	11
Marseille (Anse-Calvo)	0	0	15
La Ciotat	+ 4	+ 4	7
Nice	— 3	— 6	13

Quoi qu'il en soit, le tableau ci-dessus ne fait qu'apporter une nouvelle preuve à l'appui de la démonstration, que nous avons faite pour la pre-

mière fois, il y a onze ans (1), de la presque absolue égalité de niveau des mers européennes, contrairement aux assertions antérieures, basées sur des observations erronées ou incomplètes, qui abaissaient la Méditerranée de 1 mètre environ au-dessous de l'Océan.

M. Ch. LALLEMAND

Ingénieur en chef des Mines,
Membre du Bureau des Longitudes, Chef du service technique du Cadastre.

LA RÉFECTION DU CADASTRE ET LA CARTE DE FRANCE [526.9]

— Séance du 13 septembre —

I

EXPOSÉ HISTORIQUE

Le Cadastre actuel de la France doit son origine à un décret du 1er décembre 1790 de l'Assemblée Constituante. Il s'agissait alors simplement, il est vrai, de levers par masses de cultures ; mais ces levers devaient être reliés entre eux de manière à former un tout ayant pour base « les grands triangles de l'Académie » (2).

La création d'un Cadastre parcellaire ne fut décidée que seize ans plus tard, par la loi du 15 septembre 1807. Une Commission, présidée par Delambre, devait fixer les conditions d'exécution du travail. Delambre aurait voulu qu'on rattachât les nouveaux plans à la triangulation générale, dont les côtés eussent servi de bases aux triangulations communales. Mais les préoccupations financières l'emportèrent sur les considérations scientifiques ; on ne voulut voir dans le Cadastre à établir qu'un moyen de connaître les contenances des propriétés et leur revenu pour y proportionner l'impôt ; le rattachement des opérations à la grande triangulation fut considéré comme un luxe inutile dont on pouvait faire l'économie. C'est tout au plus si, grâce à l'insistance de Delambre, les triangulations communales furent maintenues.

Cependant, un peu plus tard, en 1817, une autre Commission, présidée par

(1) *Notes sur le zéro international des altitudes et sur l'unification des altitudes européennes* par Ch. LALLEMAND. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris,* 1890 *et de l'Association géodésique internationale.* (Conférence de Fribourg, 1890.) — *Le niveau moyen des mers en Europe. (Comptes rendus de l'Association française pour l'Avancement des Sciences.* — Congrès de Limoges, séance du 13 août 1890.)

(2) *La Carte de France.* — Étude historique par le colonel BERTHAUT, t. I, ch. III ; Paris, 1898. Imp. du Service géographique de l'Armée.

Laplace et comptant parmi ses membres Puissant, Delambre, Poisson, etc., était chargée d'étudier le « projet d'une nouvelle carte topographique générale, appropriée à tous les services publics et combinée avec l'exécution du Cadastre, qui devait fournir la plus grande partie des matériaux topographiques ».

Le Cadastre allait ainsi devenir « la matrice de tous les relèvements utiles au Génie civil et militaire ; il devait embrasser les intérêts présents et futurs de la propriété, de l'agriculture, du commerce, de l'industrie, de la navigation intérieure, de la salubrité et, en général, de l'administration publique ».

Aux « bases discordantes mesurées par les géomètres dans chaque commune, on devait substituer des côtés de triangles exacts, vérifiés les uns par les autres et permettant aux levers de détails de s'assembler immédiatement sur une même projection. »

On devait, en même temps, fixer et rapporter au niveau de la mer pris comme surface de comparaison, des points de repère assez multipliés en tous lieux pour y rattacher les innombrables nivellements faits ou à faire, si nécessaires à la connaissance moins superficielle de la configuration du sol » ; enfin la nouvelle carte devait « produire le même effet que ferait un relief de la même surface, ou plutôt la nature elle-même, revêtue de ses formes et de ses couleurs, mais réduite aux dimensions de l'échelle adoptée, le $\frac{50}{1000}$ ».

Une ordonnance royale du 6 août 1817 sanctionna ces propositions et fixa, pour cette œuvre, les attributions du Dépôt de la Guerre et du Service du Cadastre, celui-ci étant chargé de l'exécution de la triangulation de troisième ordre et des opérations subséquentes.

Mais, pas plus que le précédent et pour les mêmes motifs d'économie, ce programme d'ensemble ne fut exécuté. Chaque commune garda sa triangulation particulière et aucune mesure ne fut prise pour raccorder entre eux les levers de communes voisines, ni pour tenir à jour les plans.

La carte de France et le Cadastre furent poursuivis indépendamment l'un de l'autre, l'objet de la première étant désormais restreint aux besoins militaires et administratifs, et son échelle réduite, en conséquence, au $\frac{1}{80.000}$.

Malgré ses défauts originels, « le Cadastre a rendu au pays des services considérables. Mais il a vieilli. La nature a changé la configuration de certains terrains de montagnes, le tracé de certains cours d'eau ; l'homme a défriché les bois et les landes, sillonné le pays de réseaux de chemins de fer, de voies terrestres et navigables, morcelé les grandes exploitations, agrandi les villes et leur banlieue, créé ou déplacé des agglomérations ouvrières. Toutes ces causes et beaucoup d'autres encore ont sensiblement altéré ou plutôt modifié la physionomie du modèle, tandis que le portrait restait immuable » (1).

Un grand mouvement s'est fait peu à peu dans le pays pour demander la réfection du Cadastre. A diverses époques, le Parlement a été saisi de propositions à cet égard. Enfin, un décret du 30 mai 1891 a institué au Ministère des Finances, pour l'élaboration d'un projet définitif, une grande Commission composée de membres du Parlement, de personnes compétentes et de représentants de tous les services publics intéressés au renouvellement du Cadastre. Cette Commission s'est livrée à des enquêtes approfondies sur l'état actuel des plans cadastraux et du bornage des propriétés. Sous sa direction, de nouvelles méthodes de lever ont été expérimentées comparativement avec la classique

(1) *Rapport général sur les travaux de la Sous-Commission extraparlementaire du Cadastre,* par M. CHEYSSON, Inspecteur général des Ponts et Chaussées. — Paris, Imprimerie nationale, 1898.

méthode des alignements. Enfin, j'ai eu l'honneur d'être chargé par elle d'un essai intégral de réfection du Cadastre dans la commune de Neuilly-Plaisance (près Paris).

II

ESSAI INTÉGRAL DE RÉFECTION DU CADASTRE DE LA COMMUNE DE NEUILLY-PLAISANCE

1° Délimitation et Bornage des propriétés. — L'arpentage a été précédé d'une délimitation générale et contradictoire des propriétés, avec bornage de celles-ci, sous les auspices d'un syndicat comprenant la très grande majorité des propriétaires.

2° Triangulation et Système de coordonnées. — Le lever a été rattaché aux grands triangles de l'État-major au moyen d'une petite triangulation spéciale, dont les côtés mesurent 1 kilomètre environ de longueur et dont les écarts de fermeture sont tous inférieurs à 3 milligrades centésimaux.

L'idéal serait de pouvoir définir sur un même plan la position de tous les points de la triangulation française et de n'avoir qu'un seul système de coordonnées embrassant le territoire entier; mais on se trouverait arrêté par une impossibilité pratique, les déformations du plan atteignant alors, aux confins du pays, une grandeur inadmissible.

Dans l'ancien cadastre, il y avait un système de coordonnées par commune, soit 36.000 systèmes pour la France entière, ce qui rendait très difficile l'assemblage des plans des diverses communes; depuis, on a proposé l'adoption de coordonnées cantonales, ce qui réduirait à 2.900 le nombre des systèmes; ce chiffre est encore exagéré. En Prusse, on ne compte que 40 systèmes; et pourtant ce petit nombre a été critiqué comme introduisant d'inutiles complications dans les calculs.

Pour le nouveau cadastre de la France, voulant simplifier encore davantage, j'ai supposé le territoire divisé en six fuseaux *(fig. 1)* ayant respectivement pour axes le méridien de Paris et les méridiens à cotes rondes paires, en grades, situés de part et d'autre. Si l'on développe chacun de ces fuseaux et qu'on l'étale sur un plan, la déformation est nulle pour le méridien central comme pour chacune des lignes perpendiculaires à ce méridien. Au contraire, sur les bords et dans le sens nord-sud, elle atteint un maximum qui varie entre 5 centimètres par kilomètre à la latitude de Dunkerque et 7 centimètres pour celle de Perpignan. Ce sont là des erreurs absolument négligeables pour les plans du cadastre.

Si l'on se bornait à étaler le fuseau sur un plan, il n'y aurait de déformation que dans le sens du méridien et les angles se trouveraient légèrement altérés; un cercle se transformerait en une ellipse allongée du nord

au sud. Pour éviter cette petite altération des angles, il suffit d'introduire, dans le sens transversal, une déformation, progressivement croissante à partir de l'axe, égale à celle qui affecte les méridiens. Le cercle primitif reste alors un cercle après la transformation.

Au lieu d'être formées par les méridiens géométriques figurés en traits interrompus sur la carte (*fig. 1*), les limites séparatives des fuseaux sont

Systèmes de coordonnées cadastrales.

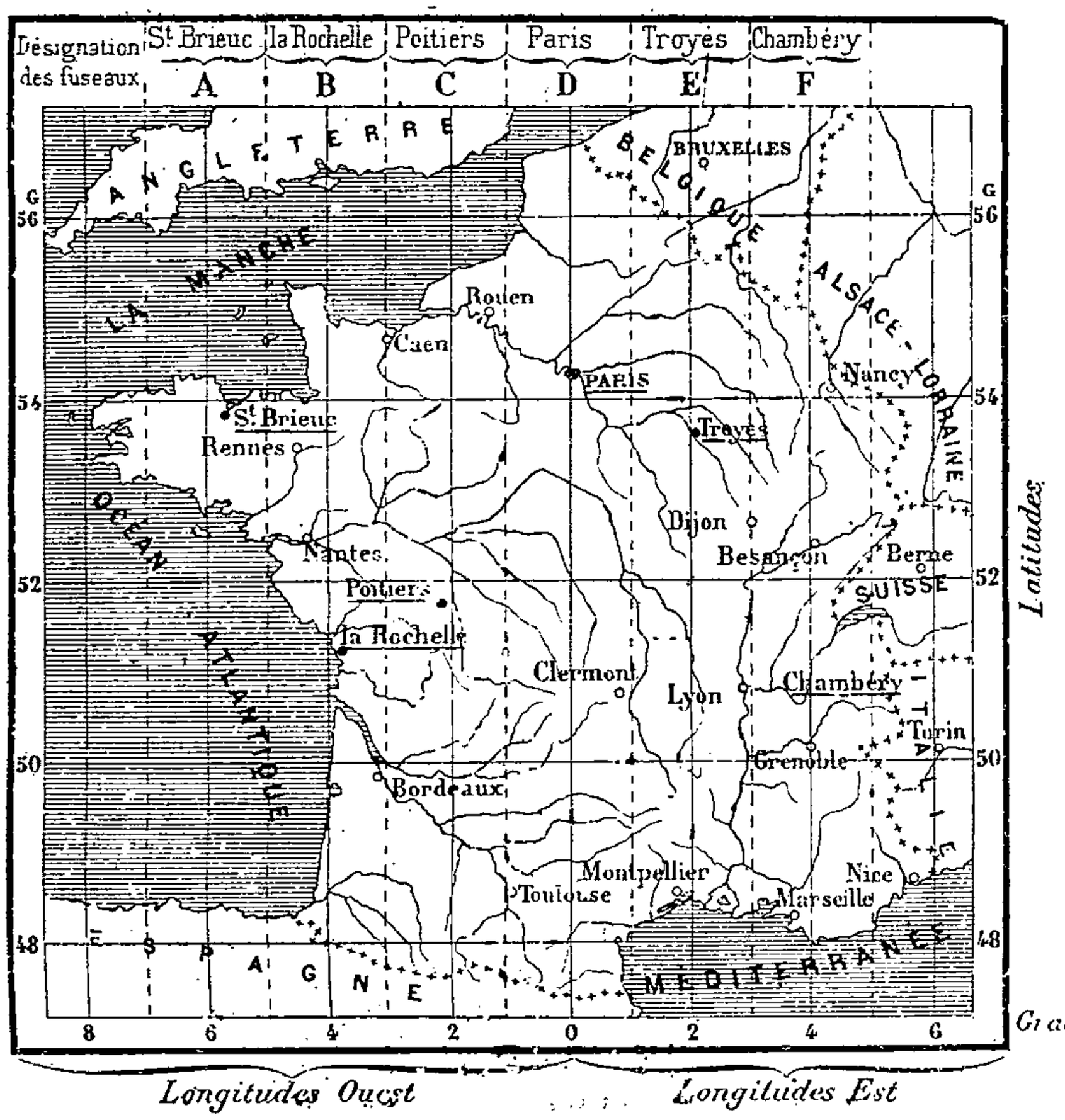


FIG. 1. — Division du territoire de la France en six fuseaux.

constituées, bien entendu, par les limites administratives de communes chevauchant sur ces méridiens.

D'autre part, les deux fuseaux extrêmes de l'est et de l'ouest s'étendent un peu au delà de leur domaine propre, jusqu'à la frontière terrestre ou maritime la plus voisine.

3° Polygonation et Arpentage. — Sur les sommets de la triangulation spéciale de Neuilly-Plaisance s'appuient des cheminements polygonaux qui suivent le périmètre de la commune et embrassent la majeure partie des chemins situés dans l'intérieur.

La plupart des sommets de ces cheminements ont été repérés, soit exté-

rieurement par des bornes, soit souterrainement au moyen d'une brique enterrée à 50 centimètres dans le sol et entaillée d'une croix au centre.

Les angles ont été mesurés avec un cercle dont le limbe, divisé en décigrades et chiffré en grades *(fig. 2)*, donnait à l'estime le centigrade, au moyen d'un microscope coudé permettant à l'opérateur de faire les lectures sans se déranger (1).

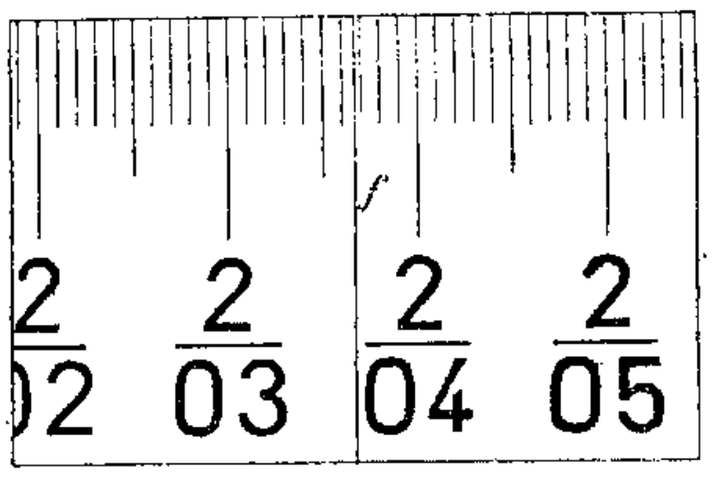


FIG. 2. — Division du limbe azimutal du cercle, vue dans l'un des microscopes. *f*, fil servant aux lectures. Azimut lu : 203 grades 67 centigrades.

Les côtés ont été mesurés deux fois, avec des règles en bois de 5 mètres, maintenues horizontales au jugé et mises bout à bout au moyen d'un fil à plomb dans les terrains en pente.

Sur le réseau des cheminements s'appuient les lignes d'opérations auxquelles ont été rattachés, par de très courtes perpendiculaires menées à vue, toutes les bornes et les sommets de parcelles.

4° Vérification des travaux de terrain et Calculs. — Les opérations étaient dirigées par un bureau central comprenant un calculateur et un dessinateur, auxquels étaient adressés les croquis et les mesures recueillis sur le terrain par les géomètres.

Ces données étaient aussitôt soumises au calcul et contrôlées.

Tous les calculs ont été effectués à l'aide de règles spéciales *(fig. 3 et 4)* et d'abaques, joignant l'exactitude à la rapidité.

La précision à exiger des calculs varie suivant leur objet :

Ainsi, pour la triangulation cadastrale, par exemple, les côtés, exprimés en décimètres avec une très suffisante approximation de 5 centimètres, sont généralement inférieurs à 7.000 mètres et, dès lors, sont représentés par des nombres de 5 chiffres au plus. Pour la polygonation, dont rarement les côtés dépassent 300 à 400 mètres, les nombres à mettre en œuvre sont de 4 chiffres seulement. Pour les mesures de détail, inférieures à 100 mètres, et dans les calculs de réduction au centre, où il s'agit de lon-

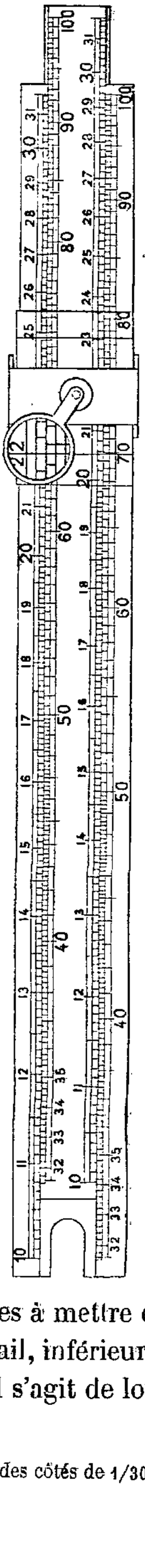


FIG. 3. — Règle logarithmique à échelles sectionnées longueur de l'unité : 1 mètre).

(1) L'erreur maxima des angles de la polygonation a été de 2 centigrades et celle des côtés de 1/300.

gueurs n'atteignant pas 10 mètres, on n'a plus que 3 ou même 2 chiffres à considérer.

Pour la plupart de ces opérations, les tables de logarithmes peuvent être avantageusement remplacées par des règles à calculs appropriées. Ainsi la classique règle, où l'unité logarithmique est représentée par une longueur de 100 à 125 millimètres et qui donne, à un 300e près, les résultats, paraît être l'instrument par excellence des calculs de réduction au centre et des petites opérations de détail.

Pour la polygonation, il faut un chiffre de plus, soit une règle dix fois plus longue, ayant 1 mètre au lieu de 10 centimètres de base logarithmique. Une telle règle n'étant pas maniable, je l'ai fait couper en deux morceaux disposés l'un au-dessous de l'autre *(fig. 3)*; en même temps, des divisions plus fines et une loupe accroissent un peu la précision des lectures (1).

Pour les calculs de triangulation, où figurent des nombres de 5 chiffres, il faudrait, en principe, une règle ayant 10 mètres de base logarithmique au lieu de 1 mètre. On a résolu de diverses façons le problème de construire une telle règle. Un inventeur a imaginé de l'enrouler en spirale autour

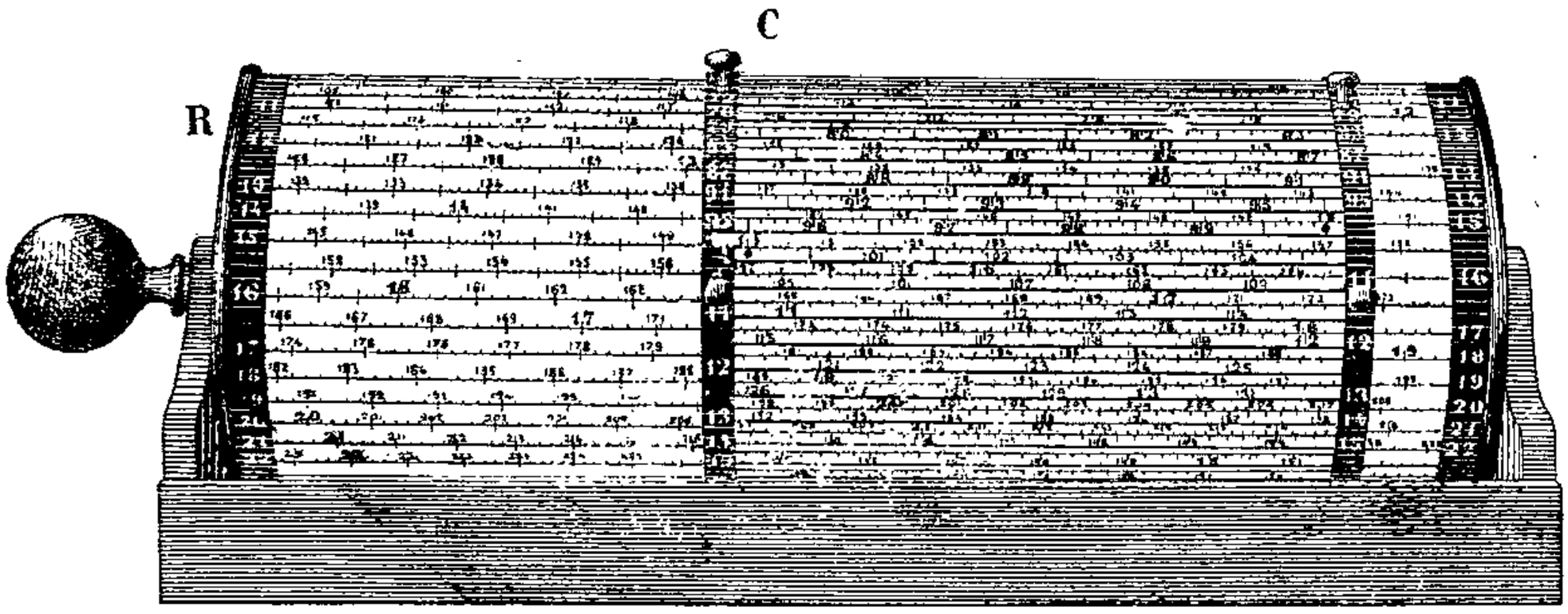


FIG. 4. — Règle logarithmique à rouleau et gril cylindrique (longueur de l'unité : 10 mètres).
R, rouleau ; C, cage à gril.

d'un cylindre. Un autre l'a divisée en 40 bâtonnets de chacun 25 centimètres de longueur, disposés de manière à constituer une cage cylindrique, à l'intérieur de laquelle se meut un rouleau plein, formé des morceaux correspondants juxtaposés de la réglette *(fig. 4)*.

Les résultats des calculs se contrôlaient mutuellement et faisaient apparaître les fautes, dont on prescrivait aussitôt le redressement par des opérations complémentaires.

On calculait ensuite les coordonnées des sommets de cheminements et celles des têtes des alignements ; finalement, on vérifiait ces derniers en

(1) Cette règle est construite par la maison TAVERNIER-GRAVET, 19, rue Mayet, à Paris.

comparant, pour chacun d'eux, sa longueur d'après les coordonnées des extrémités, avec celle directement mesurée sur le terrain.

5° *Rapport et gravure du plan.* — Tous les calculs et vérifications étant terminés, on procédait au rapport et à la gravure du plan.

Pour obtenir plus de précision, et pour échapper ainsi à la coûteuse obligation d'inscrire des cotes sur les plans, on a substitué au crayon et au tire-ligne une fine pointe d'acier, et au papier, dont les dimensions changent avec l'humidité, le zinc en feuilles minces, qui ne présente pas cet inconvénient et qui, sans l'intervention toujours dangereuse d'un copiste et moyennant un insignifiant supplément de dépenses, permet d'obtenir, sur papier, un nombre quelconque de fidèles reproductions du plan original.

Les feuilles de zinc avaient été préalablement recouvertes d'un enduit spécial, qui permettait, à volonté, soit d'y tracer au crayon, comme sur du papier, des traits de construction destinés à disparaître, soit, en remplaçant le crayon par une fine pointe d'acier, d'entamer le métal lui-même et d'obtenir des traits gravés, qui subsistent après l'enlèvement de l'enduit.

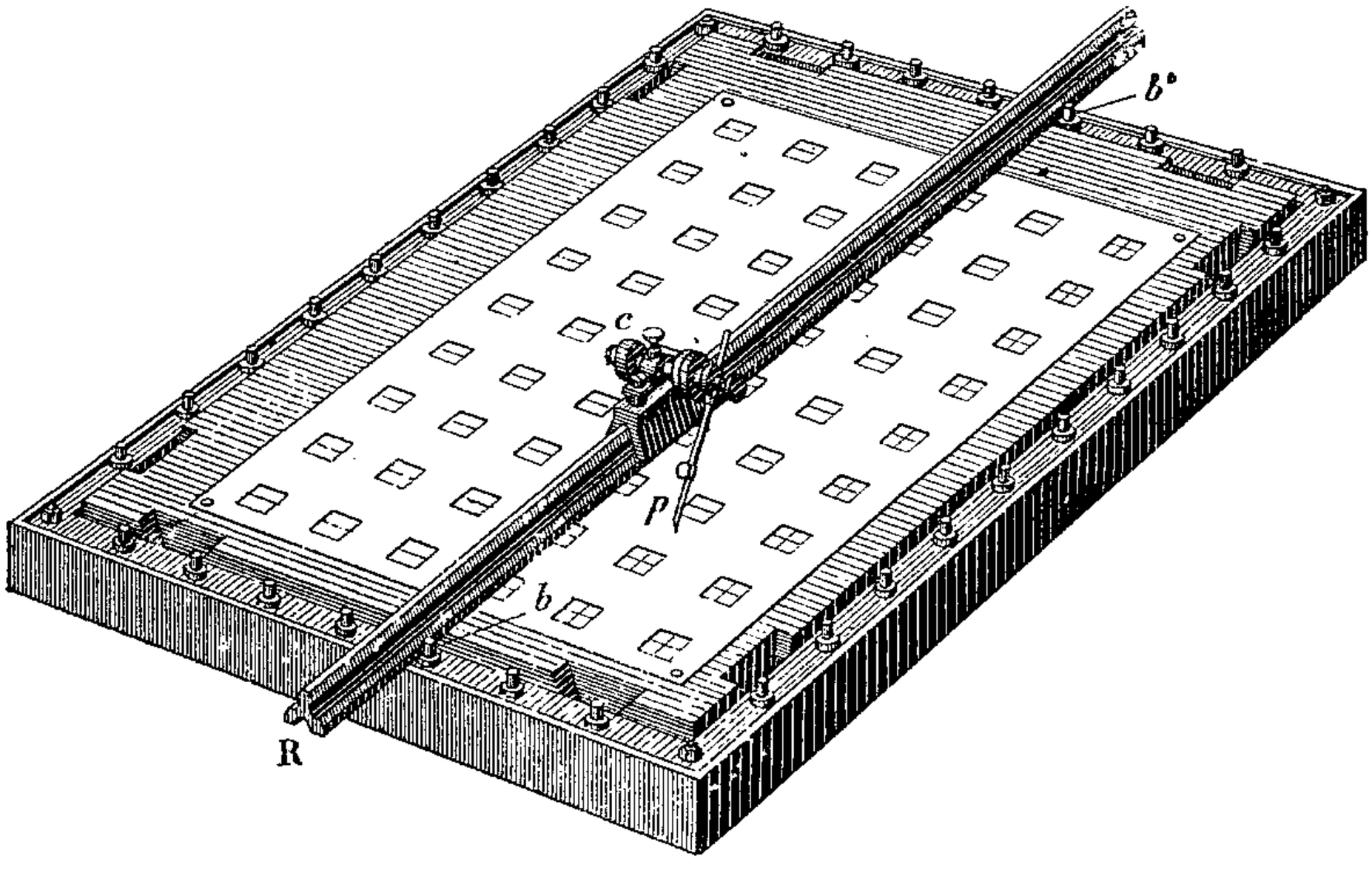
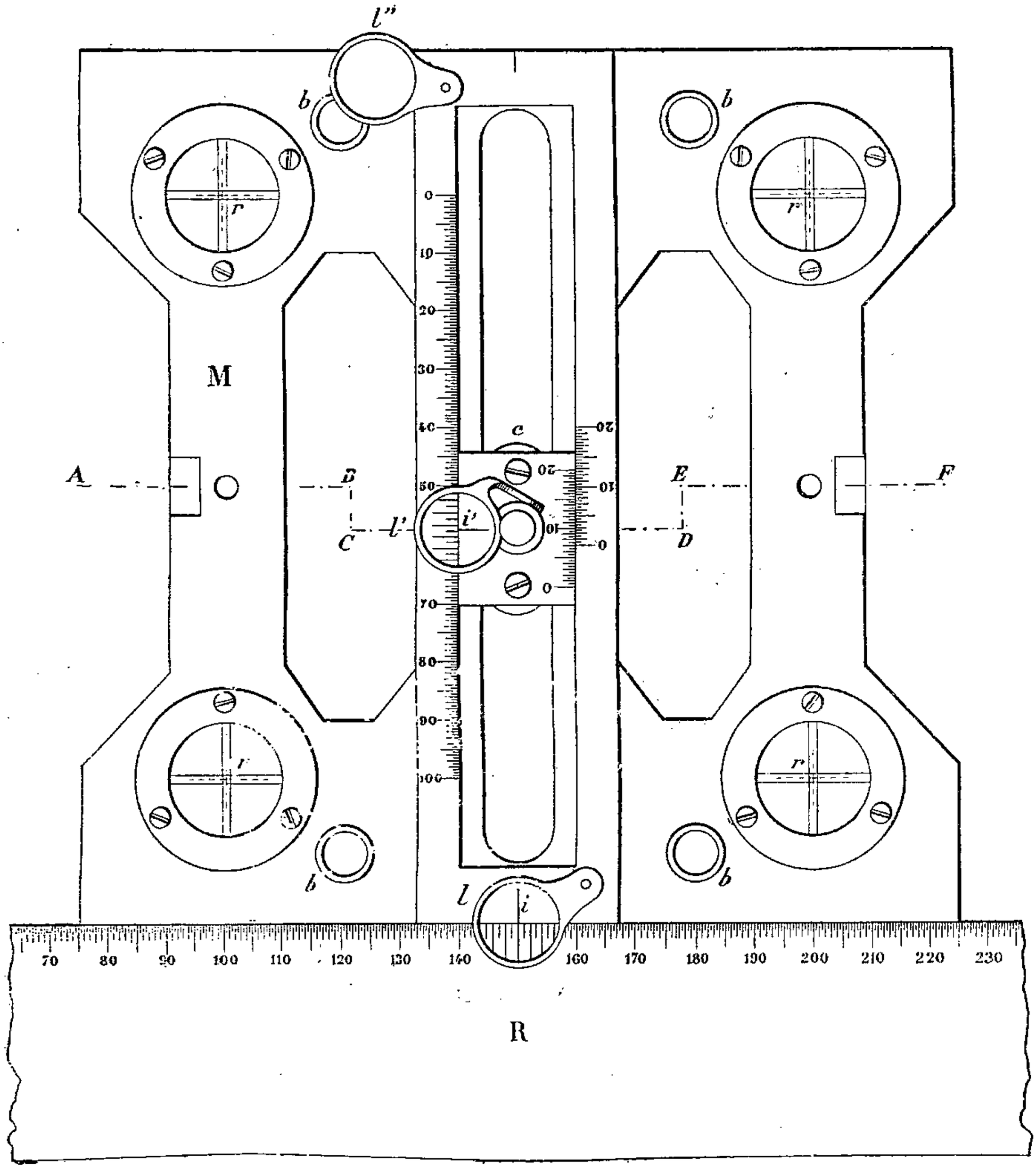


FIG. 5. — Machine servant à quadriller les planches matrices.
b, b', bornes conjuguées en acier ; R, règle d'acier s'appuyant contre les bornes ; *c*, curseur mobile sur la règle ; *p*, pointe à graver.

On avait préalablement tracé sur ces feuilles de métal, au moyen d'une machine spéciale *(fig. 5)* du système de M. Mariani, un quadrillage décimétrique très exact, formé de lignes respectivement parallèles aux axes de coordonnées et dont les distances à ces axes correspondent à des nombres entiers d'hectomètres.

Les sommets de cheminements et les têtes d'alignements ont d'abord été mis en place, dans les carrés convenables du quadrillage des feuilles,



Coupe suivant *ABCDEF*

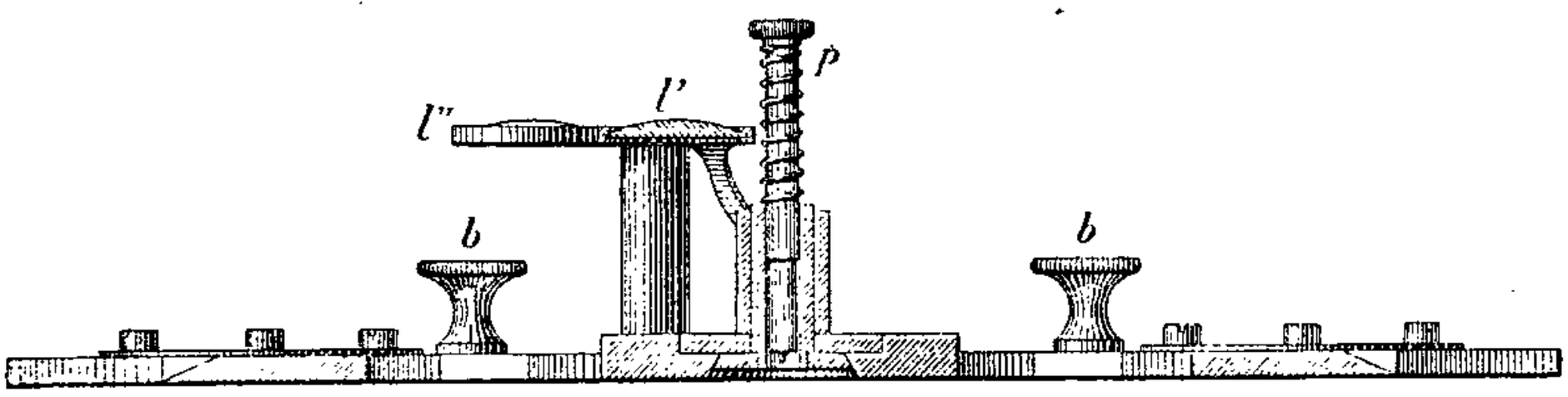


FIG. 6. — Coordinatographe.

Légende : R, règle fixe ; M, cadre mobile ; *b*, *b*, *b*..., boutons de manœuvre du cadre ; *r*, *r*, *r*.... doubles croix de repère gravées sur des plaquettes transparentes de verre ; *c*, chariot mobile dans une rainure ; *i*, index de lecture des abscisses ; *i'*, index de lecture des ordonnées ; *l*, *l'*, loupes mobiles servant à faciliter les lectures des index ; *p*, burin tournant pour marquer le point.

d'après leurs coordonnées, reportées sur le plan à l'aide d'un instrument spécial, le coordinatographe (*fig. 6*) ; puis on a effectué les constructions nécessaires à la détermination de tous les points de détail ; enfin le tracé au crayon du plan étant achevé, on a gravé au burin les limites de toutes les parcelles.

Avant d'y ajouter les signes conventionnels, figurant les murs, haies, bâtiments, etc., on a soumis le plan à une vérification minutieuse.

Pour cela, on a mesuré à nouveau, sur le zinc même, toutes les lignes dont les longueurs avaient été mesurées sur le terrain, et l'on a comparé ensuite les résultats. Les erreurs éventuelles de construction ont ainsi été mises en évidence et immédiatement corrigées.

Il a été constaté que l'erreur probable d'une longueur mesurée sur les planches matrices était d'environ un dixième de millimètre, correspondant à 10 centimètres seulement sur le terrain. Ce chiffre suffit à montrer le haut degré de précision obtenu dans la gravure directe du plan.

6° *Mesurage des contenances.* — La vérification du plan au bureau étant achevée, on a mesuré directement, sur les planches matrices elles-mêmes, les contenances, avec un planimètre polaire de précision à disque rotatif

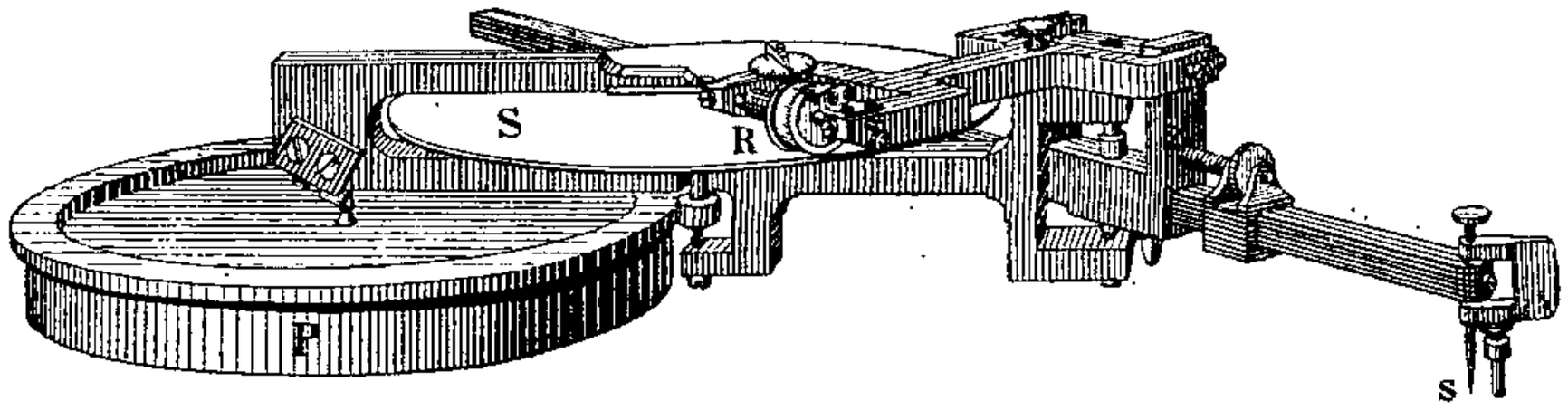


Fig. 7. — Planimètre polaire de précision à disque rotatif pour la mesure des grandes parcelles.
P, support fixe ; S, disque rotatif ; R, roulette intégrante ; *s*, style parcourant le périmètre de l'aire à mesurer.

de Coradi *(fig. 7)* pour les grandes parcelles, et avec une glace oblongue *(fig. 8)* portant un réseau de parallèles, pour les petites.

En appliquant la ligne moyenne de cette glace sur l'une des diagonales d'un quadrilatère, on le décompose en deux triangles. L'aire du quadrilatère a pour mesure le produit de la demi-longueur, directement lue, de la diagonale, par la différence des cotes des deux parallèles passant par les deux autres sommets.

A titre de contrôle, on a mesuré deux fois chaque parcelle, puis l'on a comparé, pour chaque feuille, ces résultats partiels à ceux du mesurage par masses. L'erreur probable des contenances a été d'environ $\frac{1}{900}$ pour

les surfaces d'étendue supérieure à 1 hectare, et de $\frac{1}{300}$ pour les petites parcelles inférieures à 10 ares.

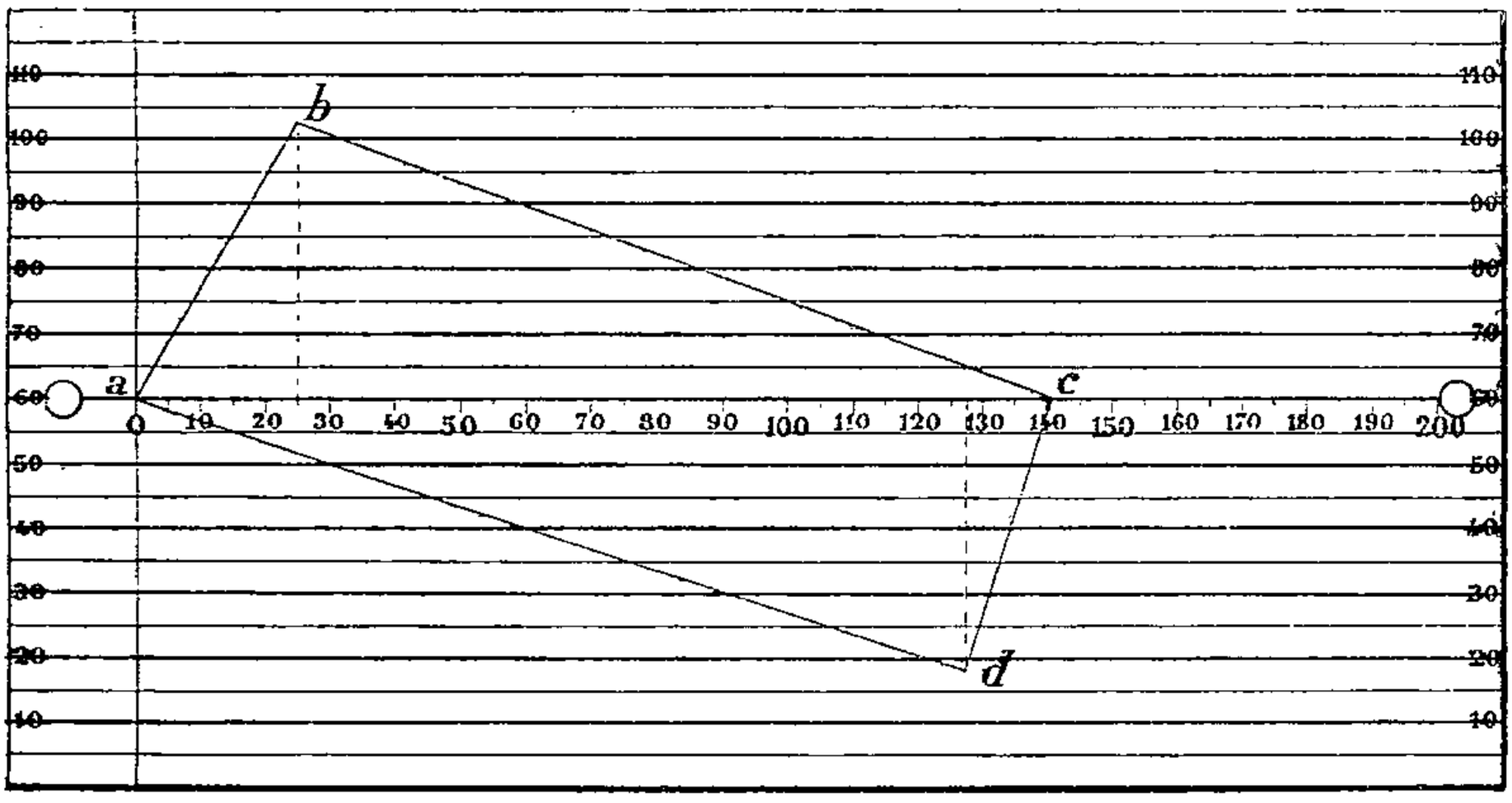


FIG. 8. — Glace divisée pour la mesure des petites aires.
abcd, quadrilatère à mesurer.

7° Gravure des écritures. — Le planimétrage terminé, on a complété les planches en y inscrivant les numéros des parcelles, les noms des rues, des chemins, des lieux-dits, la légende, la chiffraison du quadrillage, etc.

Ces écritures qui, pour être soignées, auraient entraîné de lourdes dépenses si elles avaient été effectuées à la main par des artistes spéciaux, ont été gravées dans des conditions inespérées d'économie et de rapidité, en même temps que de finesse et d'élégance, à l'aide d'un pantographe spécial.

Voici quel est le principe de l'appareil :

Les lettres se composent essentiellement de « pleins » et de « déliés » ; on les a dessinées en creux, sur des plaquettes de zinc, au moyen de spirales, qui s'enroulent sur elles-mêmes dans les pleins et s'allongent dans les déliés. Les lettres-types nécessaires pour former le mot à graver ayant été assemblées dans un composteur, puis disposées à la place convenable, si l'on promène l'une des pointes du pantographe dans les spirales des types, l'autre pointe reproduit ces spirales sur la planche, à l'échelle réduite que l'on s'est fixée. Au tirage, ces spires, dans les pleins, donnent l'impression d'une teinte noire uniforme.

8° Lotissement du plan cadastral en feuilles. — Tandis que les plans cadastraux ordinaires, étant divisés en feuilles de contenance inégale, de forme irrégulière et d'orientation différente, se prêtent difficilement à l'assemblage des diverses feuilles, on a adopté, pour Neuilly-Plaisance,

une division en feuilles rectangulaires, d'étendue uniforme, orientées toutes nord-sud et pouvant s'assembler par simple juxtaposition comme les feuilles d'une carte à grande échelle. Pour atténuer l'inconvénient de couper les parcelles à cheval sur le cadre, on les a fait déborder dans les marges, toutes les fois que leurs dimensions leur ont permis d'y tenir.

9° Publication du plan parcellaire. — En employant, pour les reproductions, du papier simili-japon très résistant et en effectuant à sec le tirage, on a réussi à obtenir, pour un prix insignifiant, des copies exactement conformes à l'original.

10° Établissement du plan d'assemblage et Figuration du relief du sol. — Avant d'établir le plan général, on a reporté, sur une collection des feuilles parcellaires, les courbes de niveau directement filées sur le terrain, de 2 mètres en 2 mètres, et appuyées sur de nombreux repères en fonte, eux-mêmes rattachés aux cheminements du Nivellement Général de la France; puis, on a assemblé ces feuilles sur un mur, et l'on a pris du tout une image photographique réduite au cinquième. Le cliché a été ensuite transporté sur zinc par un procédé nouveau, dû à M. J. Gaultier, qui permet un tirage économique à un grand nombre d'exemplaires.

Quelques feuilles, à l'échelle de $\frac{1}{5000}$, ayant été tirées sur du papier bristol d'épaisseur convenable, il a suffi de les découper suivant les diverses courbes de niveau et de les superposer dans l'ordre croissant de leurs cotes pour obtenir le relief du sol.

Ce plan, photographié ensuite sous une lumière rasante, avec réduction de moitié, a fourni un nouveau plan à l'échelle de $\frac{1}{10.0000}$, qui donne à la fois la planimétrie et l'image saisissante du relief.

Ces divers plans sont vendus au public moyennant un prix minime.

11° Organisation du travail. — Tous les travaux, tant sur le terrain qu'au bureau, ont été effectués d'après le principe si fécond de la division du travail.

Les géomètres envoyaient, tous les deux ou trois jours, au bureau central, les cotes recueillies par eux sur le terrain.

Des calculateurs vérifiaient ces cotes, les mettaient en œuvre et en tiraient les éléments nécessaires à la construction du plan, qui était établi par des graveurs.

Après quoi, un autre calculateur, muni du planimètre ou de la glace divisée, déterminait, sur les planches métalliques elles-mêmes, les contenances des propriétés.

Le plan était enfin porté sous la machine à graver les écritures, puis envoyé à l'imprimerie pour le tirage. En industrialisant ainsi l'entreprise,

on bénéficiait de l'habileté acquise par les divers spécialistes dans chacune de ses parties distinctes.

D'après les résultats de cet essai, on a pu évaluer que la réfection intégrale du Cadastre de la France, exécutée dans les mêmes conditions, coûterait environ 550 millions, à raison de 6 fr. 30 c. par hectare, plus 3 fr. 50 c. par propriété d'un seul tenant.

12° Conservation du Cadastre. — Le nouveau Cadastre doit être constamment tenu à jour.

A ce point de vue, outre qu'il assure aux reproductions une fidélité et une finesse remarquables, le métal offre encore des facilités spéciales. S'agit-il, en effet, d'ajouter de nouveaux détails? On le fait sans difficulté. Veut-on, au contraire, opérer des suppressions dans les tirages successifs? On les obtient aisément par un tour de main spécial (1), tout en laissant subsister sur la planche matrice les traits primitivement gravés. On réalise ainsi ce double avantage d'avoir des éditions à jour et de conserver, sur la planche-mère, la trace des phases successives qu'a traversées la constitution de la propriété.

III

PROJET DE RÉFECTION COMBINÉE DU CADASTRE ET DE LA CARTE DE FRANCE

Comme conclusions de ses travaux, la Sous-Commission technique de la Commission du Cadastre a rédigé des projets de loi et de règlement dont les principales dispositions, pour la partie d'art, sont les suivantes :

« Les levers cadastraux seront appuyés sur une triangulation spéciale dérivant de la grande triangulation dite de l'État-major, dont les réseaux du premier et du deuxième ordre seront préalablement revisés et complétés.

» L'ancien réseau du troisième ordre sera entièrement refait, de manière à fournir un point, en moyenne, par 2.500 hectares, soit des côtés moyens de 5.000 mètres.

» Sur ce réseau sera greffée une triangulation cadastrale, dite du quatrième ordre, fournissant un point, en moyenne, par kilomètre carré.

» Toutes les bornes-repères seront rattachées à la triangulation générale, soit par des triangulations subsidiaires, soit par des cheminements.

» Les observations et les calculs devront être conduits de manière à atteindre, pour les côtés du troisième ordre, la précision du dix-mil-

(1) On commence par dissoudre l'encre grasse du trait gravé à effacer; puis, on y passe un pinceau imbibé d'une solution qui empêche l'encre d'adhérer au métal dans les tirages ultérieurs.

lième ; pour les côtés du quatrième ordre, la précision du cinq-millième ; pour le rattachement des bornes-repères, la précision du deux-millième.

» Toutes les opérations angulaires relatives à la triangulation et aux levers cadastraux seront faites suivant le système de la division centésimale du quart de la circonférence.

» Toutes les mesures destinées à déterminer géométriquement la position des limites de propriétés ou celle des points fixes, naturels ou artificiels, utilisés comme repères, devront comporter la preuve de leur exactitude.

» Les opérations cadastrales seront dirigées de façon à recueillir les éléments des cotes d'altitudes des principaux points du terrain, et notamment des bornes-repères. »

La série des plans comprendra :

« *1° Un plan de détail* dressé à une échelle décimale (le 1000e en principe) appropriée au morcellement et à la valeur du sol ;

» *2° Un tableau d'assemblage*, à l'échelle du 10.000e, sur lequel seront reportées les cotes d'altitudes.

L'Administration mettra dans le commerce des reproductions des plans cadastraux.

» Au fur et à mesure de la réfection du Cadastre, il sera organisé un service de conservation chargé de le tenir constamment à jour. Le conservateur reportera sur le plan cadastral, après s'être assuré qu'elle s'y adapte correctement, toute limite modifiée, telle qu'elle figurera au plan transmis par les parties.

» La désignation des immeubles d'après les données du nouveau Cadastre sera obligatoire, sous peine d'amende, dans tous les actes ou jugements translatifs ou déclaratif de propriétés. »

En attendant le vote de ce grand projet par le Parlement, une loi transitoire, du 17 mars 1898, est intervenue pour donner aux communes, ayant un pressant besoin de renouveler leur cadastre, le moyen pratique de le faire sans retard, d'après les principes ci-dessus, avec le concours financier de l'État et du Département. Plus de 300 communes ont déjà réclamé le bénéfice de cette loi, pour l'exécution de laquelle un service technique spécial a été organisé, par décret du 11 juin 1898, à la Direction générale des Contributions directes, sur la proposition de M. G. Cochery, alors ministre des Finances.

D'autre part, le Service géographique de l'Armée a commencé la revision de la triangulation générale de la France, de manière à pouvoir fournir au nouveau service du Cadastre les points d'appui nécessaires à ses travaux.

La reconstitution des réseaux de premier, deuxième et troisième ordre est déjà terminée pour le canton de Pontoise et le département de la Somme; elle le sera avant la fin de 1901 pour la partie est du parallèle

de Paris et pour le nord du département de la Haute-Marne ; on attaquera en 1902 le département du Pas-de-Calais.

Les opérations cadastrales, proprement dites, sont entamées dans les départements de Seine-et-Oise et de la Somme ; elles seront inaugurées dès la fin de cette année dans la Haute-Marne et en Seine-et-Marne.

On peut donc espérer qu'avant peu la France se trouvera en mesure de reprendre intégralement, pour sa carte générale comme pour son cadastre, l'exécution du programme si magistralement tracé au début du siècle et dont la réalisation a été trop longtemps ajournée.

M. L.-Lucien LIBERT

Lauréat de la Société astronomique de France, à Paris.

CONTRIBUTION A MES PRÉCÉDENTES RECHERCHES DANS LE DOMAINE DES ÉTOILES FILANTES [523.53]

— Séance du 13 septembre —

A la fin du travail que j'ai eu l'honneur de présenter au Congrès de Paris, je laissais espérer une étude des essaims que je n'avais pu passer en revue. Je l'ai fait notamment pour l'essaim des Lyrides et pour celui des Draconides.

I

L'ESSAIM DES LYRIDES

La constellation de la Lyre est l'une des plus importantes de nos régions boréales. Elle est visible toujours sur l'horizon de Paris. Jusqu'à présent l'on connaissait dans la constellation de la Lyre deux points radiants d'étoiles filantes; l'un a pour position :

A. D.	D.
271	+ 33

L'autre est situé dans la Lyre près de Véga, en un point correspondant à la position :

A. D.	D.
282	+ 41

Ce dernier radiant est en activité du 23 août au 1er septembre. J'ai été favorisé par le temps en général, en avril, et des trajectoires que j'ai pu déterminer avec précision il découle les considérations suivantes.

La marche des étoiles filantes provenant de la Lyre est, en général, très rapide, mais la vitesse n'est cependant pas comparable à celle des Giraféides. Si je faisais une comparaison avec l'un des essaims connus, je serais plutôt tenté de penser aux Perséides. Les météores sont en général compris entre la première et la quatrième grandeur; ils laissent derrière eux des traînées persistantes. La pluie dure tout le mois d'avril, mais la période vraiment intéressante est celle qui s'étend du 18 au 22 avril. En certaines années, la moyenne horaire s'est élevée jusqu'à 25 météores. Le radiant donnant le plus grand nombre de météores a, semble-t-il, attiré toute l'attention, tandis que les autres sont passés inaperçus. J'ai reconnu pour ma part, trois radiants dans la constellation de la Lyre et ces trois radiants me semblent doués d'un mouvement propre : ils se déplacent d'une quantité égale, semble-t-il, chaque jour et ils se dirigent du Cygne vers Hercule. Ainsi s'expliquerait que le premier radiant signalé plus haut fût voisin de l'étoile 104 Hercule.

Voici les principales positions des trois radiants de la Lyre :

Dates.	1er radiant.		2e radiant.		3e radiant.	
—	A. D.	D.	A. D.	D.	A. D.	D.
	—	—	—	—	—	—
8 avril.	285	+ 34	280	+ 32	285	+ 28
12 avril.	279	+ 35 1/2	274	+ 33	280	+ 29
22 avril.	277	+ 36	272	+ 33	»	»

Le troisième radiant n'a pas été observé jusqu'au 22 avril et il semble avoir une importance tout à fait secondaire.

Le point radiant du 1er septembre α Lyre n'a pas été trouvé non plus dans mes observations et, si nous admettons pour ce radiant un déplacement semblable à celui éprouvé par les radiants d'avril, nous pourrions rechercher les radiants qui seraient susceptibles d'être amenés par leur mouvement dans la constellation de la Lyre.

La constellation voisine du Cygne me semble indiquée pour servir de point de départ à mon hypothèse.

Il y a, à l'époque de la pluie des Perséides, ainsi que je l'ai montré dans mon travail de l'an passé, trois radiants importants situés dans le Cygne.

Ce sont :

	A. D.	D.
	—	—
η θ Cygne.	296	+ 50
α Cygne.	31	+ 44
β Cygne.	290	+ 27

Or, il suffirait que ce dernier radiant se déplaçât de 24 minutes par jour en ascension droite et de 9 minutes en déclinaison, pour occuper le 1er septembre la position du radiant α Lyre, et cela n'est point improbable, puisque le 12 août le radiant β Cygne a pour position :

A. D.	D.
291	+ 27

Pour les trois radiants étudiés dans la Lyre, les déplacements sont les suivants :

	A.D.	D.
Le premier radiant se déplace en un jour de.	27^m	8^m 1/2
Le deuxième radiant —	34^m	1^m 3
Le troisième radiant —	21^m	6^m

C'est là un exemple caractéristique de déplacement de radiant s'étendant sur une période moins longue que celui que j'ai signalé à propos de la Girafe. J'espère que le beau temps et les circonstances aidant, j'arriverai à démontrer que les faits précédents sont conformes par les nouvelles pluies de météores et peuvent prendre place au rang des réalités après avoir longtèmps été à celle des simples hypothèses.

II

LES DRACONIDES

La constellation du Dragon voisine du pôle est visible toute l'année de nos régions. Il en résulte que l'on a beaucoup plus de chance d'y voir des météores qu'en une région du ciel presque toujours sous l'horizon ou visible seulement pendant la moitié de l'année.

J'ai déterminé dans la constellation du Dragon un assez grand nombre de points radiants ; mes observations ne sont pas assez précises pour que je puisse les relier entre eux par des liens chimiques et surtout physiques ; je ne peux donc donner qu'une brève énumération des radiants. Les météores venant du Dragon sont en général brillants, très rapides, de coloration jaune.

Du 7 au 15 février le radiant η Dragon situé par :

A. D.	D.
237	+65

prend une certaine importance.

Vers le mois de mars (du 20 au 25) le radiant γ situé par :

A.D.	D.
230	+ 50

puis au mois d'avril, à l'époque de l'averse des Lyrides, le radiant η Dragon semble reprendre quelque activité.

A l'époque de la pluie des Perséides il n'y a pas moins de 6 radiants dans Persée : le plus important est celui qui est voisin de l'étoile δ du Dragon et dont la position sur la sphère céleste est

A.D.	D.
292	+ 70

Après cette date, je n'avais pu retrouver le radiant. Or de mes observations ultérieures je déduis au début de janvier un radiant par 51 + 57. Il en résulterait donc que le radiant serait revenu le 1er janvier à sa position du 10 août. Mais en février, en avril, ce radiant occupe toujours la position :

A.D.	D.
51	+ 57

et il me semble difficile sinon impossible d'expliquer comment ce radiant mobile d'août à janvier occuperait pendant huit mois de l'année la même position sur la sphère céleste et ne s'y déplacerait pas d'une façon sensible.

Je me contente de signaler le fait sans commentaires.

Je n'ai pas, après la fin du mois d'août, déterminé de radiants dans le Dragon. Une constellation toute voisine semble avoir hérité de son activité, c'est la constellation de la Grande-Ourse qui, au moment de la pluie des Léonides fournit le radiant de K.

III

LA PLUIE DES GIRAFÉIDES

On sait (voir mon travail du Congrès de Paris) que j'ai déterminé un radiant qui se déplace de 1 degré en ascension droite et de 45 minutes en déclinaison par jour dans la Girafe. Or j'indiquais comme position initiale :

A.D.	D.	
53	+ 57	le 10 août.

et comme position finale :

53	+ 57	le 10 décembre.

IV

LE MOUVEMENT DES RADIANTS DE PERSÉE

Cette année, c'est à l'observatoire de Juvisy que j'ai fait mes plus importantes observations. J'ai observé aussi au Havre pendant plusieurs soirs : les 8, 9, 13 et 16 août; mais ces observations sont moins importantes que celles que j'ai faites pendant la nuit du 11 à l'observatoire de Juvisy. A cet observatoire, MM. Senouque et Touchet observaient avec moi; mais leur but était d'enregistrer des trajectoires en même temps que des observateurs situés à Antony, et de calculer, par la suite, la hauteur des météores. Je désirais plus spécialement enregistrer un grand nombre d'étoiles filantes, déterminer leur radiant avec toute la précision possible, et chercher le mouvement des radiants les plus importants en comparant les résultats de plusieurs soirs d'observations.

La pluie des Perséides cette année a été encore assez intéressante; elle n'a peut-être point eu l'importance de celles des années passées qui avaient été tout à fait remarquables. Les nuits d'août ont été très pures et j'ai noté près de deux cents trajectoires. Dans le travail présenté au Congrès de Paris, j'ai énuméré la liste des principaux radiants de la nuit du 10 août, je n'ai point à y revenir; je les ai d'ailleurs presque tous retrouvés cette année, et certains avaient vraiment une réelle importance; je citerai : A Persée, 3 Persée, β Cocher, B,C Girafe.

De plus, les observations de cette année m'ont permis de vérifier un fait dont je me doutais depuis longtemps : l'existence d'un radiant actif dans la constellation de Cassiopée. Ce radiant bien déterminé le 9 et le 11 août, par 11 météores, est voisin de l'étoile β et son centre a pour coordonnées :

A.D.	D.
0	+57

Ce radiant semble d'ailleurs exister encore quelque temps après le passage des Perséides. Quoi qu'il en soit, j'ai reconnu 98 Perséides sur 148 météores dont j'ai pu déterminer avec certitude le radiant.

Ces 98 Perséides se répartissent ainsi :

De η Persée	72	météores.
De A Persée	15	—
De 3 Persée	7	—
De 4 Persée	1	—
De φ, ν Persée	3	—
Au total	98	météores.

On voit par le tableau ci-dessus que deux radiants étaient nettement déterminés, à savoir : η Persée et A Persée.

Mes observations ont en effet porté sur ces deux radiants, et j'ai pu arriver à démontrer leur mouvement.

Le radiant η Persée est très intéressant, son déplacement a été étudié déjà par A.-S. Herschell, par W.-F. Denning, plus récemment par Antoniadi. Voici les jours d'observation et les positions du radiant η Persée :

	A.D.	D.
8 août.	37	+ 45
9 août.	39	+ 51
11 août.	40	+ 55
13 août.	43	+ 53
16 août.	45	+ 52

Pour le radiant A Persée, les observations sont moins abondantes. Je n'ai que deux positions de radiant :

	A.D.	D.
Le 11, il était par	54	+ 53
Le 13, il était par	54	+ 50

Il y a donc là également l'indice d'un mouvement assez rapide.

Tels sont les nouveaux résultats que j'ai acquis dans le domaine des étoiles filantes depuis le dernier Congrès. Lorsque j'aurai terminé mon catalogue général de points radiants, il se passera quelque temps avant que je puisse indiquer de nouveaux résultats dans cette partie si attrayante de l'astronomie, car l'on n'y peut raisonner que sur de longues séries d'observations.

M. DOU

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, à Rochefort-sur-Mer.

INFLUENCE DES PHÉNOMÈNES DE BIOLOGIE MARINE SUR LES EFFETS DE COLMATAGE ET D'ATTERRISSEMENTS. [627-1]

— Séance du 10 septembre —

Exposé. — La théorie généralement admise sur les causes des envasements que l'on constate sur de nombreux points du littoral océanique français et notamment dans les baies et les stuaires compris entre la pointe bretonne et l'embouchure de la Gironde, est basée sur les dépôts,

provoqués par les marées et les courants sous-marins, des limons et des sables charriés par la Loire et surtout par la Gironde.

Cette théorie a été développée de la manière suivante par M. Bouquet de la Grye dans une conférence faite à la Rochelle le 28 août 1882, à propos de la création du port de La Pallice (1).

« Les eaux de la Garonne, chargées de vase, forment dans la mer un courant d'une couleur d'ocre pâle, qui s'étend à une dizaine de milles au large avant de disparaître. Ce courant continue son cheminement au large jusqu'aux fonds de cent mètres. Arrivé à ces profondeurs, le courant vaseux, sollicité par le mouvement tourbillonnaire du golfe, se courbe au nord-ouest, et il continue sa marche jusque par le travers de la Manche.

» Ce champ de dépôt présente deux millions d'hectares de superficie. C'est une assise géologique qui se prépare dans le mystère des fonds sous-marins et je crois qu'elle a peu frappé les géologues.

» Lorsque la mer est soulevée par le vent et que les lames l'agitent jusqu'à cinquante mètres de profondeur, la vase que nous avons vu chemi-ner est agitée comme la poussière des rues aux approches d'un orage. Elle colore les eaux jusqu'à la surface et cette teinte s'accuse au fur et à mesure que les fonds diminuent, le sable se dépouillant de plus en plus des dépôts qui le recouvrent en temps calme.

» Cette eau colorée entre avec le flot dans les pertuis, y trouve un calme relatif, le dépôt s'opère, et comme la vase est un peu agglutinative, qu'elle se contracte au repos jusqu'à ne tenir, au bout de vingt minutes, que la dix-millième partie de son volume primitif (je suppose ici une solution contenant deux grammes de vase sèche par litre d'eau de mer). Ce dépôt adhère à celui précédemment formé, et, si le calme se prolonge, le tout acquiert bientôt, sous pression, la consistance de l'argile.

» On a donc eu, depuis que la Gironde a commencé les entraînements de matières empruntées aux torrents qui s'y déversent, un afflux constant de matières vaseuses portées dans les pertuis à la suite des coups de vent. »

Cette théorie, très séduisante, comme toutes celles qui paraissent rendre compte d'un phénomène considérable par l'effet d'une cause simple, présente quelques difficulés, si, sur un certain nombre de points du littoral, on cherche à en analyser les effets particuliers.

Considérons, en effet, la baie de Bourgneuf dont le fond est un réceptacle de vase considérable.

Cette baie, située à l'abri de l'île de Noirmoutier, est en communication avec la mer par une vaste entrée au nord-ouest et au sud-ouest par un goulet fort étroit, celui de Fromentine.

(1) Comptes rendus de l'Association française pour l'Avancement des Science, 1882, p. 1147.

Le régime des marées y est tel que l'onde marée qui pénètre par l'ouverture nord-ouest prend une surélévation de 30 centimètres sur celle qui pénètre par Fromentine, de sorte que dans ce goulet le courant se renverse deux ou trois heures avant la pleine mer et que dans l'ensemble de la baie les courants du nord vers le sud prédominent notablement.

Il en résulte que les vases devraient être apportées par les eaux entrant par le nord et que, par suite de la décantation subie par les eaux dans la traversée de la baie, elles devraient ressortir plus claires par Fromentine.

Or, on constate absolument le contraire, car, si dans le cours d'une même marée on fait le tour de l'île de Noirmoutier, on trouve les eaux très claires à la hauteur de la pointe Nord de Noirmoutier et même à une certaine profondeur de la baie, entre le bois de la Chaise et Pornic par exemple. Par contre, les eaux deviennent de plus en plus vaseuses au fur et à mesure que l'on pénètre dans la baie et elles le sont encore très fortement dans le goulet de Fromentine et à une certaine distance de ce goulet.

Il semble donc que les eaux de la mer, en traversant la baie de Bourgneuf du nord vers le sud, au lieu de se décanter, se chargent progressivement de vases qui sont ensuite diluées dans les eaux du large après la sortie de Fromentine.

Dans la baie de l'Aiguillon, où les envasements sont encore bien plus considérables que dans celle de Bourgneuf, on rencontre une anomalie semblable. Les courants qui alimentent la baie de l'Aiguillon ont encore une prédominance marquée du nord vers le sud, de sorte que les eaux vaseuses devraient entrer par le pertuis Breton, se décanter plus ou moins dans la baie et sortir plus claires par le pertuis d'Antioche. Tous les marins pêcheurs ou au cabotage de la région savent bien qu'il n'y a aucune comparaison à établir entre la limpidité des eaux entre ces deux points, en ce sens que le résultat de la comparaison est en sens inverse de ce qu'il devrait être dans la théorie précédente. Là encore, les eaux qui entrent limpides dans le pertuis Breton, au lieu de se décanter en passant par la baie de l'Aiguillon, paraissent, au contraire, se charger de vase.

D'autre part, le port des Sables, qui, avec les bassins de chasses qui le prolongent, constitue un estuaire très abrité, situé entre les deux baies précédentes et, par suite, en face du banc de vase décrit par M. Bouquet de la Grye, n'en ressent aucunement les effets, car les fonds dans le port et les bassins de chasses se conservent intégralement. Néanmoins, au moment des tempêtes, les eaux de la mer dans la rade et dans le port présentent une couleur d'ocre pâle aussi bien et aussi souvent que les eaux des entrées de la baie de Bourgneuf et du pertuis Breton.

Sans contester l'influence que peuvent avoir les limons charriés par les grands fleuves, tels que la Loire et la Gironde, sur certains points du

littoral, qu'il serait peut-être assez difficile de préciser, sans contester non plus l'existence de bancs de vases sous-marins considérables, existence qui sera confirmée par les considérations suivantes, il ne paraît pas y avoir lieu d'attribuer aux alluvions des fleuves la cause unique, ni même principale, des atterrissements vaseux, et parmi les diverses causes, assurément très multiples, il paraîtrait rationnel de tenir largement compte de celle résultant de phénomènes de biologie marine.

Résultats d'observations. — Le havre de la Gachère est un ancien bras de mer qui reçoit les eaux de deux petites rivières, à sec en été, et dont l'entrée a, peu à peu, été rétrécie, et finalement complètement obstruée, en 1888, par le cordon de dunes littorales que le régime de la mer tend à constituer sur toutes les parties plates du rivage océanique français.

A la suite de cette obstruction, l'écoulement des eaux n'étant plus assuré que d'une manière insuffisante, une épidémie de fièvre paludéenne se déclara dans la région (93 0/0 de malades, en 1893, dans les villages voisins) en même temps que la flore et la faune du cours d'eau disparaissaient d'une manière complète dans la partie formant l'extrémité du cul-de-sac, aux abords de l'embouchure obstruée. Sitôt après le rétablissement de celle-ci, au mois de mars 1894, lorsque grâce aux ouvrages exécutés la même coupure faite dans la dune, au lieu d'être refermée, eut été élargie par le jeu des marées, et après l'évacuation des eaux malsaines, on put constater la pénétration, en même temps que d'un nombreux frétin, de naissain de moules et de divers coquillages.

Or, en regardant de près ces petits mollusques, on apercevait à côté d'eux, sur le fond de sable très pur constituant le lit du cours d'eau, des petits tas de vase en tout semblable à celle des baies précitées.

En même temps, on voyait se développer dans le chenal une végétation de petites algues fines et vertes dont les racines adhéraient toujours sur des points où s'était déposée de la vase.

Ces observations conduisirent à l'expérience suivante :

Deux barils en bois (ayant contenu précédemment du ciment) furent placés côte à côte dans un coin voisin du chenal, où les eaux de mer étaient fréquemment renouvelées sans avoir des vitesses trop grandes, et de façon à être toujours immergés.

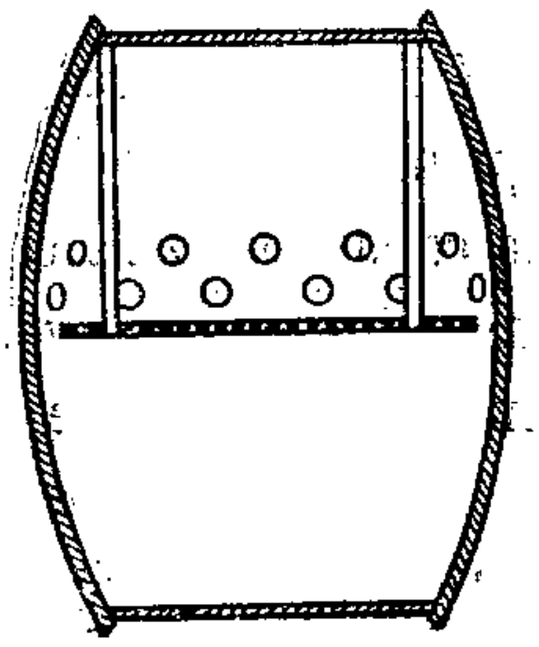


FIG. 1.

Ces deux barils étaient disposés de la manière suivante : le fond supérieur étant enlevé, on avait suspendu à mi-hauteur une légère claie en bois et des trous de 1 centimètre environ de diamètre avaient été percés aux environs de la claie dans les parois de chaque baril. Sur la claie de l'un des

barils on mit environ deux litres de jeunes moules cueillies fraîchement sur les roches de la côte ; rien ne fut mis dans l'autre baril qui devait servir de témoin et les deux furent recouverts de leur couvercle.

Cette expérience fut faite au mois de septembre 1894, à un moment où le débit des eaux douces des rivières était nul et où, le temps ayant été très beau, les eaux de mer, qui circulaient seules dans le chenal, étaient remarquablement claires et limpides.

Au bout d'un mois, la visite des barils permit de constater que le baril sans moules ne contenait aucun dépôt appréciable, tandis que, dans le fond de l'autre, il s'était formé un dépôt de vase grasse et puante atteignant 3 à 4 centimètres d'épaisseur et formant un volume supérieur à celui des moules mises sur la claie.

L'examen de cette vase, en tout semblable à celle qui forme les atterrissements des baies de Bourgneuf et de l'Aiguillon, montrait qu'elle contenait, en outre d'une matière organique, une assez forte proportion d'un sable excessivement fin. Une végétation d'algues fines et vertes se manifestait sur cette vase.

Une expérience analogue fut faite en 1895 dans le bassin à flot du port des Sables, mais les barils furent remplacés par des caisses rectangulaires en bois, que l'on logea entre les blocs en maçonnerie qui constituent la fondation du quai Sud.

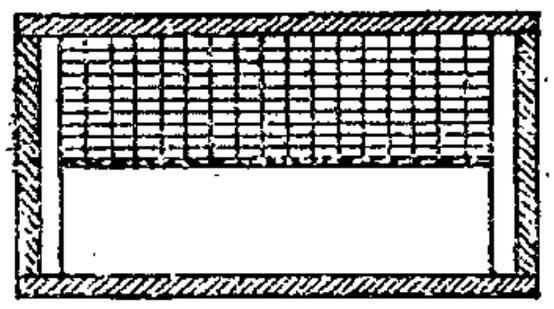


FIG. 2.

Ces caisses, qui avaient 50 centimètres de longueur sur 40 centimètres de largeur et 20 centimètres de hauteur, étaient formées de parois pleines à leur mi-partie inférieure ; le pourtour de la partie supérieure était garni de grillages métalliques ; une claie métallique était *placée* horizontalement à la séparation de ces deux parties. Dans deux caisses on plaça deux litres de moules ; deux autres caisses pareilles, mais sans moules, furent juxtaposées à titre de témoins et l'on vissa sur toutes un solide couvercle.

La visite de ces caisses deux mois après, en avril 1895, fit constater qu'elles avaient dû être soumises à une agitation dont on n'a pu déterminer la cause ; les caisses sans moules ne contenaient aucun dépôt appréciable, mais les caisses avec moules renfermaient un dépôt important de vase mélangée de sable très fin.

Les eaux du bassin à flot étaient restées très claires pendant toute la durée de l'expérience, et les fonds de ce bassin se conservent très bien, car il n'a pas été nécessaire de le curer encore depuis sa construction, qui date de plus de trente ans.

L'expérience a encore été renouvelée dans le chenal de la Gachère et avec d'autres coquillages que les moules, tels que des sourdons, avignons, petoncles, etc., et tous ont produit des dépôts de vase puante contenant du sable excessivement fin.

De tous les coquillages, les moules paraissent produire le plus de vase, soit au moins quinze fois leur volume par an ; mais les moules doivent rester hors du contact de la vase sous peine de périr, tandis que les sourdons, avignons, pétoncles continuent à vivre et à se développer dans la vase.

Les dispositions qui ont donné les résultats les plus réguliers et les plus sûrs consistent à placer les moules dans une sorte de cage métallique suspendue au milieu d'un baril à ciment percé d'un grand nombre de trous de 1 centimètre aux alentours de la cage. Cette cage, de 20 centimètres de diamètre environ et 30 centimètres de hauteur, était portée en son milieu par un poteau circulaire fixé au-dessous du couvercle.

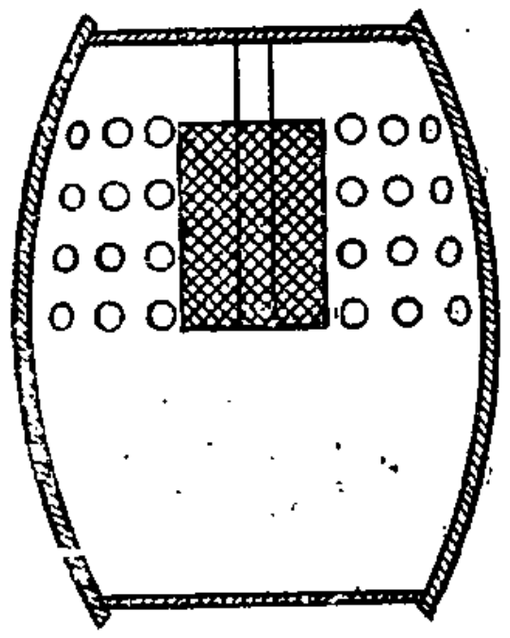


FIG. 3.

De la sorte, les jeunes moules ne pouvaient s'échapper et se rapprocher des parois du baril ou des caisses, ainsi que cela était arrivé dans les premières expériences.

Physiologie des mollusques. — Sans entrer dans le détail d'une telle étude, il suffit de rappeler que dans l'organisme des mollusques les appareils digestifs occupent une place prépondérante.

La moule, à l'aide de ses tentacules, ou palpes labiaux, met à la fois en mouvement l'eau ambiante et amène à sa bouche les microorganismes qui lui servent d'aliments.

Ces derniers organismes inférieurs comprennent dans certains cas une partie silicieuse qui est immédiatement rejetée et une partie organique qui, digérée par la moule, se divise elle-même en deux parties, l'une rentrant dans le développement de l'organisme du mollusque et l'autre étant finalement excrétée.

C'est ce dernier produit qui formerait une portion organique importante de ce que l'on désigne sous le nom de vases, portion à laquelle s'ajouteraient en outre les grains siliceux non absorbés.

Des phénomènes d'une autre nature peuvent d'ailleurs concourir à la formation des vases, mais la présente étude a pour objet de faire seulement ressortir l'importance que prend dans leur formation l'action des mollusques marins.

Cette vase, sorte d'engrais marin, provoquerait le développement de la végétation marine, laquelle servirait elle-même au développement des petits organismes d'ordre immédiatement supérieur.

Ainsi se fermerait le cycle de la biologie marine et s'expliqueraient certaines circonstances qui se présentent dans l'élevage des mollusques. Ceux de ces animaux qui vivent sur les rochers de la côte, exposés à des eaux

agitées, n'atteignent jamais un développement considérable, tandis que, transportés dans les eaux calmes, mais fréquemment renouvelées, ils prennent en peu de temps des dimensions beaucoup plus grandes.

Résultats dans les modifications des rivages. — On conçoit les effets qui peuvent ainsi résulter de ces phénomènes dans les modifications des rivages.

Si l'on imagine une baie dans une sorte d'état primitif, c'est-à-dire dont les fonds et les rivages sont encore formés de roches, sitôt après sa mise en communication avec la mer, les naissains de moules et d'autres coquillages viendront se fixer sur ses diverses parties et en s'y développant commenceront l'œuvre d'envasement.

En admettant une production de vase correspondant en un an à quinze fois le volume des moules, un banc de celles-ci, qui n'aurait que 3 centimètres d'épaisseur, provoquera une couche de vase de même surface et de 45 centimètres d'épaisseur et, en un siècle, de 45 mètres d'épaisseur.

On comprend donc que les estuaires et les baies, autrefois très considérables, aient été comblés par cette vase plus ou moins durcie que l'on désigne sous le nom de *bri* et dont l'examen, en accusant les nombreux débris de coquillages, fait ressortir la similitude avec les vases provenant des déjections des mollusques.

Il est bien vrai que les moules, ne pouvant vivre dans la vase, disparaissent au fur et à mesure que les parties rocheuses se recouvrent de vase mais il subsiste un grand nombre d'autres coquillages qui, s'accommodant de ce milieu, persistent à s'y reproduire et à s'y développer, en continuant l'œuvre d'envasement.

Parfois l'élevage artificiel des mollusques intervient encore, ainsi que dans la baie de l'Aiguillon, dont toutes les parties rocheuses ont disparu ; il s'y fait à l'aide de bouchots ou palissades de fascinages, une culture de moules, représentant 12.000 mètres cubes au moins qui correspond ainsi à un cube annuel de vase de 180.000 mètres cubes. En quarante ans ce volume de vase permettrait donc l'exhaussement de 2 mètres d'une superficie de 360 hectares et répond alors à l'importance des atterrissements que l'on constate. Si l'on tient en outre compte des causes de production de vase autres que celles dues à la culture des moules, on conçoit non seulement la formation de ces atterrissements dans la baie de l'Aiguillon, mais aussi les envasements provoqués en dehors de la baie par les vases empo tées par les eaux de jusant et les cours d'eau qui traversent la baie.

Le phénomène réel est ainsi l'inverse de celui admis par M. Bouquet de la Grye, à savoir qu'il ne convient pas de considérer la baie de l'Aiguillon comme le réceptacle des apports de la mer mais, plutôt comme un lieu de production des alluvions marines.

Les bancs de vase que l'on a trouvés dans les fonds marins seraient le réceptacle non seulement des apports des fleuves dont les eaux sont limoneuses, tels que la Gironde, mais aussi des déjections des mollusques emportées par les courants et déposées dans les accalmies des fonds.

Il parait présumable qu'il doit exister de ces fleuves de vase, non seulement devant le littoral français, mais dans toutes les mers et aux abords de tous les rivages.

Conclusion. — La conclusion à tirer de ces phénomènes est que, s'il est difficile, sinon impossible, de se mettre à l'abri de ces causes d'envasements lorsqu'elles sont dues à des circonstances purement naturelles, il y a lieu de ne pas les aggraver par des causes artificielles dont l'importance n'est pas à dédaigner.

M. A. TURPAIN

Docteur ès sciences, Maitre de conférences à la Faculté des Sciences de Poitiers.

LES PHÉNOMÈNES DE RÉSONANCE ÉLECTRIQUE DANS L'AIR RARÉFIÉ. FANTOME DU CHAMP HERTZIEN. [538-56]

— *Séance du 9 septembre* —

La méthode qui consiste à entourer un résonateur électrique d'une gaine d'air convenablement raréfié, méthode qui permet de suivre, par l'observation de la luminescence de l'air raréfié, la distribution électrique le long du résonateur en activité, peut être généralisée. Nous avons décrit cette méthode, l'an dernier (1), et fait connaître les résultats auxquels son emploi nous a conduit en ce qui concerne le résonateur complet de Hertz et le résonateur à coupure.

On peut se proposer d'étudier par son emploi non plus seulement l'état électrique des diverses régions d'un résonateur en activité, mais encore l'état électrique des fils de concentration du champ hertzien et même celui de la région avoisinant les fils de concentration et le résonateur.

Dispositif expérimental. — La difficulté qu'offre cette recherche expérimentale réside dans l'extrême fragilité que présentent des vases de volume

(1) Association française pour l'avancement des sciences (Congrès de Paris, 1900).

assez notable (2 à 4 litres) lorsque l'air qu'ils contiennent doit être très raréfié. Pour permettre la disposition commode à leur intérieur du dispositif de concentration du champ hertzien et du dispositif constituant le résonateur, ces vases doivent forcément être constitués de deux parties adaptées l'une à l'autre par un masticage convenable. Après un certain nombre d'essais infructueux nous avons adopté le dispositif suivant qui paraît réaliser en même temps le plus de sécurité et le plus de commodité.

Une cloche à douille V repose sur un plan de verre ; les bords de la cloche et la surface de la plaque épaisse qui la supporte sont rodés. La cloche est percée de quatre trous situés sur la circonférence d'un cercle parallèle au plan de verre aux extrémités de deux diamètres rectangulaires. La figure 1 représente une coupe verticale du dispositif, la figure 2 une coupe horizontale. On enfile dans les trous *t*, *t* *(fig. 1)*, pratiqués dans la paroi de la cloche, deux tubes de verre parallèles *t*, *t* *(fig. 2)* qui servent de guide aux fils *f*, *f* de concentration du champ hertzien. Les tubes de verre *t*, *t* sont mastiqués dans la paroi de la cloche. La douille *d* est fermée par un bouchon qui laisse passer le tube *a* à l'aide duquel on fait le vide dans la cloche. Ce bouchon supporte un crochet de verre *v* auquel s'adapte à volonté le résonateur R.

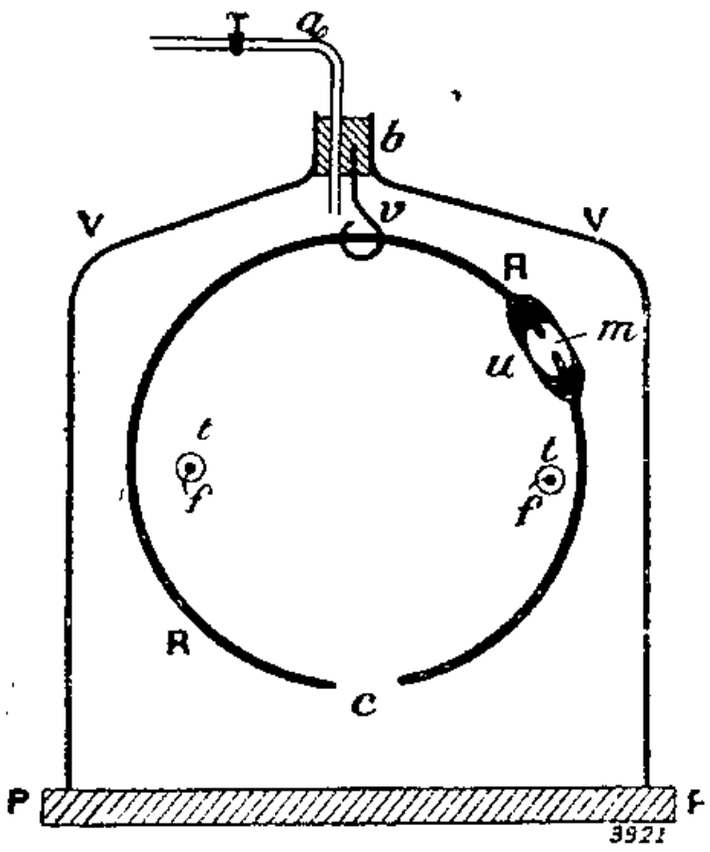


Fig. 1.

Lorsque tout est convenablement disposé dans la cloche, on chauffe le plan de verre P sur un bain de sable de manière à l'amener à une température voisine du ramollissement du mastic Golaz. On coule sur la plaque une bande circulaire de mastic Golaz liquide et on applique sur cette bande, par pression, les bords de la cloche préalablement chauffés. Avant que le refroidissement du mastic soit complet et alors qu'il est encore à l'état pâteux, on commence à faire le vide dans la cloche pendant qu'on relève le mastic sur son bord extérieur. De cette façon, le mastic pénètre dans les interstices qui auraient pu subsister entre la cloche et le plan de verre.

Les tubes de verre *t*, *t* remplissent deux buts différents ; ils permettent tout d'abord de déplacer facilement la cloche le long des fils de concentration et de l'amener en une région quelconque du champ des fils ; en second lieu, ils empêchent ces fils d'être en contact immédiat avec l'air raréfié contenu dans la cloche. Cette protection des fils de concentration par l'air contenu à l'intérieur des tubes *t* et par ces tubes eux-mêmes est nécessaire. On constate en effet, en mastiquant directement les fils de

concentration dans les trous *t* que la luminescence qu'ils produisent dans l'espace limité par la cloche est assez vive pour masquer tout autre phénomène. On observe alors dans tout le volume V une luminescence uniforme.

Le résonateur R est constitué par un fil d'aluminium recourbé en forme de circonférence de quinze centimètres environ de diamètre et dont les extrémités présentent en *c* un écartement de quelques millimètres (deux à dix millimètres). La figure 1 représente le résonateur R suspendu au crochet *v* de telle sorte que son plan est perpendiculaire à la direction des fils de concentration. La figure 2 représente le résonateur R supporté par les tubes *t*,*t* de telle sorte que son plan est parallèle au plan des fils de concentration. On peut aisément faire passer le résonateur de la première position à la seconde sans être obligé d'ouvrir la cloche. Il suffit, par de légères secousses convenablement imprimées à tout l'appareil, de décrocher le résonateur R du crochet *v* et d'amener l'ouverture *c* à se présenter successivement en face de chacun des tubes *t*. On peut ainsi assez aisément amener le résonateur à passer de l'une des positions à l'autre et même faire en sorte que le résonateur repose tout entier sur le plan de verre qui supporte la cloche ; on le soustrait ainsi à l'action des fils de concentration. On obtient alors avec une seule cloche les effets qui nécessiteraient la préparation préalable de deux ou de trois cloches. Il est dès lors facile d'observer les différences que présentent les aspects de la luminescence à l'intérieur de la même cloche pour ces trois positions différentes du résonateur.

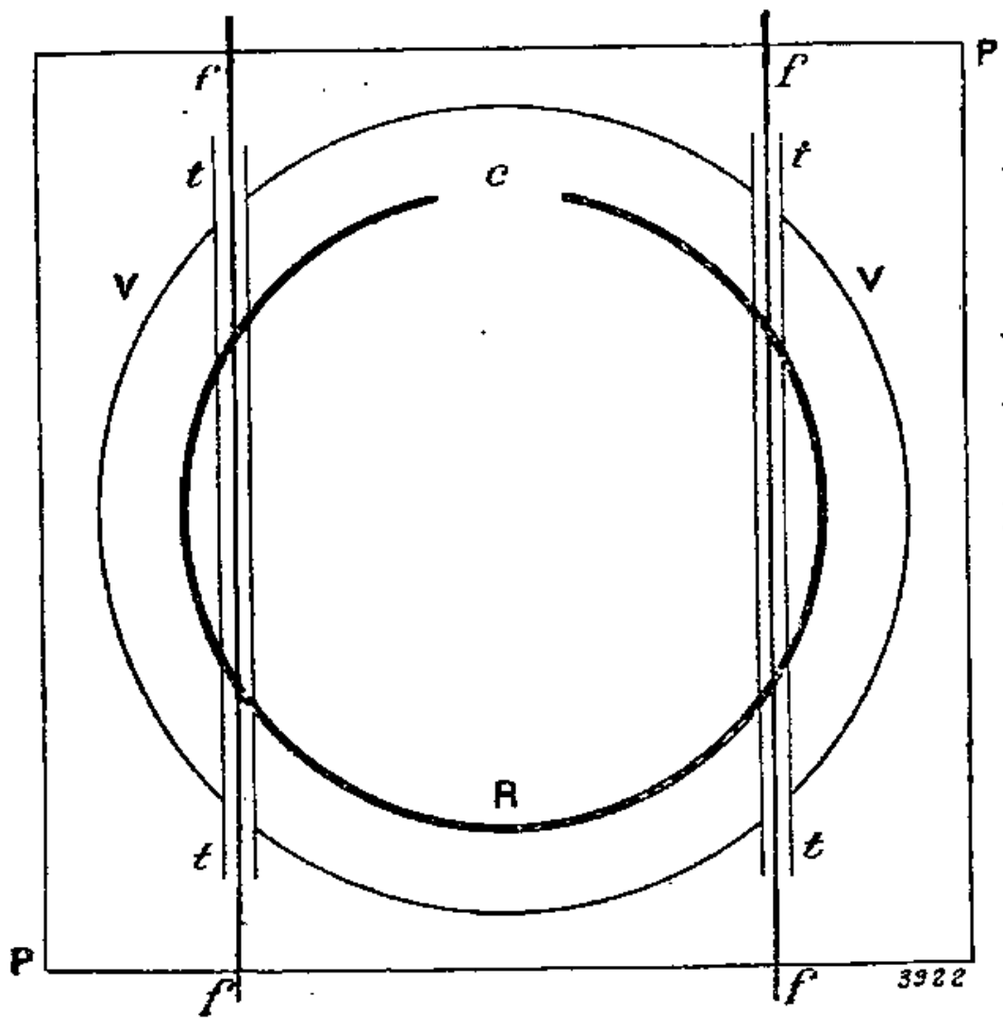


FIG. 2.

Les phénomènes observés avec des résonateurs ainsi disposés confirment les observations précédemment faites avec les résonateurs enfermés dans des tubes à air raréfié.

RÉSULTATS QUANTITATIFS. — Les mesures de longueurs d'onde obtenues par déplacement d'un pont ont montré que la demi-longueur d'onde des oscillations qui excitent un résonateur donné est très sensiblement égale à la longueur du résonateur. — Un résonateur de 42 centimètres de longueur a été excité par des oscillations dont la demi-longueur d'onde, mesurée par déplacement d'un pont a été trouvée égale à $41^{cm}5$ (moyenne de trois déterminations ayant donné : 41^{cm} — $41^{cm}5$ — 42^{cm}).

La perturbation micrométrique observée dans les mesures faites dans l'air (1) doit donc être rapportée à la présence de l'air.

Ce résultat est confirmé par la comparaison de mesures faites à l'aide d'un résonateur à coupure et à micromètre disposé dans une cloche à air raréfié (voir *fig. 1*) et dont le micromètre peut être dans deux expériences successives maintenu dans l'air, puis dans l'air convenablement raréfié. A cet effet, les deux extrémités qui forment les pôles du micromètre *m (fig. 1)* sont mastiquées dans un petit morceau de tube de verre *u*. Dans une première expérience on effectue le masticage de manière à emprisonner l'air dans le tube *u*. Dans une seconde expérience, le masticage est percé d'un trou qui permet l'extraction de l'air du tube *u* en même temps qu'on fait le vide dans la cloche. Le déplacement du pont indique une longueur d'onde notablement plus grande dans la première expérience que dans la seconde.

En ce qui concerne les mesures faites dans l'air (1), c'est en comparant la différence entre les demi-longueurs d'onde relatives à deux résonateurs et la différence des longueurs de ces résonateurs que l'on trouve une vérification de la loi suivante de M. H. Poincaré (2) : « *La longueur d'onde des oscillations qui excitent un résonateur donné est égale à deux fois la longueur du résonateur.* »

Les mesures faites au moyen du dispositif actuel vérifient directement cette loi théorique sans qu'il soit nécessaire d'éliminer la perturbation micrométrique.

Résultats qualitatifs : Fantome du champ hertzien. — Indépendamment des résultats précédents qui ont donné lieu à des mesures, l'application de cette méthode d'observation de la résonance électrique dans l'air raréfié a fourni des résultats qui pour être qualitatifs n'en sont pas moins intéressants. C'est ainsi que la luminescence de l'air raréfié autour des fils qui concentrent le champ, autour du résonateur et dans la portion d'espace compris entre ces conducteurs fournit comme une sorte de fantôme du champ hertzien susceptible de donner d'utiles renseignements sur la distribution électrique dans cette région.

On a observé de cette manière les aspects successivement obtenus au moyen des deux fils de concentration lorsque le résonateur est soustrait à leur action et lorsque le résonateur est disposé soit perpendiculairement à la direction des fils, soit parallèlement à leur plan.

Voici dans leurs lignes générales les résultats des observations ainsi faites :

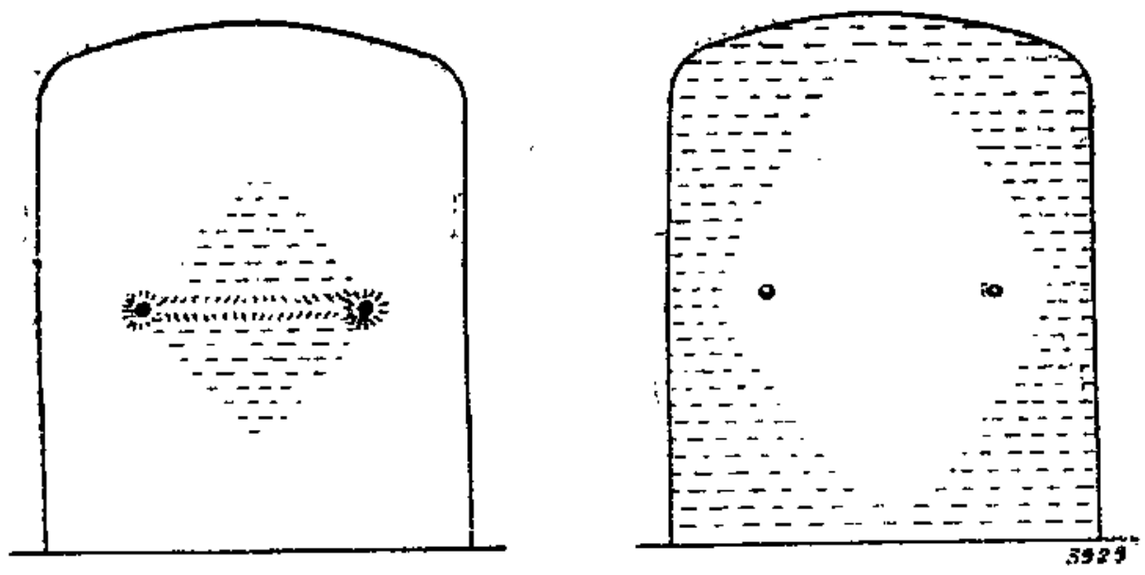
Champ hertzien ordinaire et champ interférent. — On sait que

(1) *Recherches expérimentales sur les oscillations électriques*, p. 95. Paris, A. Hermann, 1899.
(2) H. Poincaré. — *Les oscillations électriques*, p. 237. (Paris, G. Carré, 1894.)

lorsque les deux fils de concentration empruntent le champ qu'ils concentrent à deux plaques voisines du même plateau de l'excitateur, le champ ainsi formé *(champ interférent)* présente des propriétés toutes différentes de celles offertes par les fils reliés chacun respectivement à une plaque voisine de chaque plateau de l'excitateur *(champ ordinaire)*. Alors qu'un résonateur éprouve des alternatives de fonctionnement et d'extinction lorsqu'il est déplacé dans un champ ordinaire (ou lorqu'un pont, jeté sur les fils, est déplacé), il est impossible de faire fonctionner le résonateur dans un champ interférent soit par un simple déplacement, soit par déplacement d'un pont.

Il était intéressant de comparer au point de vue de la luminescence produite, le champ ordinaire et le champ interférent.

La figure 3, *a* donne une représentation schématique de l'aspect observé lorsque les deux fils concentrent un champ ordinaire. Alors que les deux fils (représentés seulement en section dans la figure) ne sont entourés que d'une gaine lumineuse très peu épaisse et très peu vive, lorsque l'étincelle excitatrice n'éclate pas, ils se trouvent entourés d'une luminescence bien plus vive lorsque l'étincelle de l'excitateur se produit. En même temps une nappe lumineuse s'aperçoit entre les deux fils, nappe coupée parfois de bandes obscures régulièrement ou irrégulièrement espacées ou bien offrant dans d'autres moments une luminescence presque uniforme. Les régions au-dessus et au-dessous du plan des fils sont également lumineuses, mais la luminescence va en décroissant depuis la nappe lumineuse limitée par les fils, jusqu'au voisinage des parois de la cloche qui ne présente plus aucune luminescence perceptible.



a. — Champ ordinaire. *b.* — Champ interférent.

FIG. 3.

On doit noter que si l'on approche le doigt de la paroi extérieure de la cloche la distribution lumineuse ne paraît pas troublée.

Si l'on jette un pont sur les fils de concentration et qu'on l'approche graduellement de la portion du champ occupée par la cloche, l'aspect lumineux ne se modifie pas pourvu que le pont ne soit pas disposé entre l'excitateur et la cloche, mais au delà de la cloche. Lorsque le pont est approché très près de la cloche, la luminescence s'atténue dans la partie de la cloche la plus voisine du pont et la majeure partie de la luminescence disparaît dès que le pont est au voisinage immédiat de la cloche, pour ne subsister que dans la partie de la cloche la plus éloignée du pont. Si le pont est disposé entre l'excitateur et la cloche, toute luminescence disparaît.

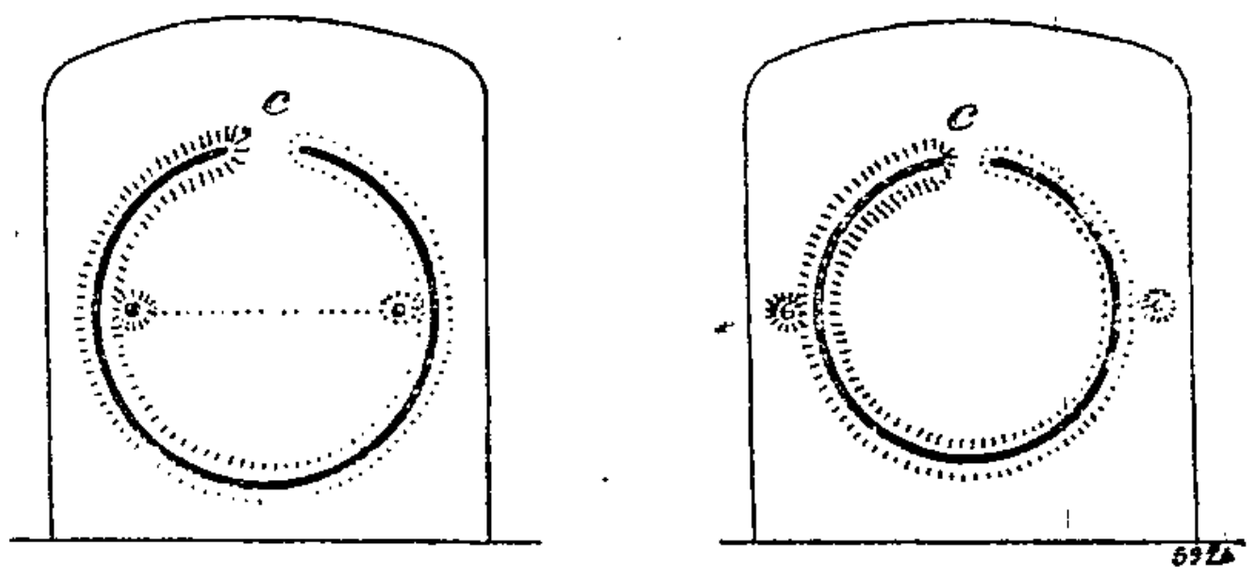
Il a été impossible d'obtenir des photographies des diverses cloches en activité et de la luminescence qui s'y produit et cela malgré des temps de pose assez longs. Ce fait doit être, sans doute, rapporté au peu d'activité chimique des rayons produits par la luminescence de l'air raréfié. Nous nous proposons de répéter ces expériences en produisant les mêmes phénomènes au sein de gaz ou de vapeurs raréfiés susceptibles de produire une luminescence plus intense.

La figure 3, *b* schématise l'aspect observé lorsque les deux fils concentrent un champ interférent. Les fils ne sont alors entourés d'aucune gaine lumineuse et lorsque les étincelles excitatrices éclatent, la partie de la cloche qui présente quelque luminescence est justement celle qui n'en offrait aucune dans le cas du champ ordinaire. La luminescence observée est d'ailleurs très peu intense et très uniforme; elle n'intéresse que les parties de la cloche immédiatement voisines des parois et on constate en approchant le doigt de la surface extérieure que la luminescence se concentre autour du point touché. La réunion des fils par un pont et le déplacement de ce pont le long des fils ne produit aucun effet sur la faible gaine lumineuse qui tapisse la cloche pourvu que le pont ne soit pas placé entre l'excitateur et la cloche.

Résonateur perpendiculaire à la direction des fils. — Si l'on dispose au sein de la cloche un résonateur dont le plan est maintenu perpendiculaire à la direction des fils de concentration, on obtient tout autour des conducteurs (fils et résonateur) une luminescence dont la figure 4 indique les principaux aspects.

On peut disposer les fils et le résonateur de manière que l'intervalle compris entre les fils soit inférieur *(fig. 4, a)* ou supérieur *(fig. 4, b)* au diamètre du résonateur.

Dans le premier cas *(fig. 4, a)* on observe une gaine lumineuse autour du résonateur et autour des fils de concentration; la nappe lumineuse qui s'étend entre les fils présente en général une bande obscure ou tout au moins très notablement affaiblie correspondant à la projection du résonateur sur le plan des fils. Les deux gaines lumineuses qui entourent les fils et celle qui entoure le résonateur se rejoignent et donnent naissance à un accroissement de luminescence entre chaque fil et le résonateur. On constate toutefois que la gaine lumineuse qui entoure le résonateur est



a FIG. 4. *b*

plus vive au voisinage de la coupure *c* du résonateur qu'autour de la partie de ce conducteur diamétralement opposée à la coupure. D'ailleurs la distribution de la luminescence autour du résonateur concorde très complètement avec les observations auxquelles nous a conduit l'étude précédemment faite de résonateurs enfermés dans des tubes contenant de l'air raréfié (1).

D'une manière générale, la luminescence observée dans la partie droite de la cloche, tout en affectant une distribution sensiblement symétrique de celle de la partie gauche est très notablement moins vive. Nous indiquons cette différence en marquant la luminescence de la partie moins vive au moyen de points et celle de la partie plus vive au moyen de hachures. Nous reviendrons sur cette particularité dans une prochaine communication.

Dans le second cas *(fig. 4, b)* les gaines lumineuses sont distribuées d'une manière analogue, mais la partie de la nappe lumineuse correspondant à la projection du résonateur sur le plan des fils est complètement absente.

Résonateur parallèle au plan des fils. — Si le plan du résonateur est parallèle au plan des fils et très voisin de ce plan, ce qui s'obtient en faisant reposer le fil d'aluminium constituant le résonateur sur les deux tubes de verre qui traversent la cloche (voir *fig. 2*), on observe une distribution lumineuse dont la figure 5, *a*, indique l'aspect général.

Les fils de concentration et le résonateur sont entourés de gaines lumineuses comme précédemment, mais la gaine entourant le résonateur est plus vive que dans le cas précédent.

Cette gaine est vive et voisine du conducteur formant résonateur au voisinage de la coupure *c*, elle est moins vive et plus éloignée du résonateur dans la partie diamétralement opposée. La nappe lumineuse qui réunit les fils n'existe plus dans la partie du champ occupée par le résonateur; elle est parfois remplacée par une ou deux bandes lumineuses d'assez faible éclat affectant la forme d'arcs. Quant à l'espace compris de chaque côté entre chacun des fils et le résonateur, il présente une luminescence assez vive surtout dans le cas où les deux gaines lumi-

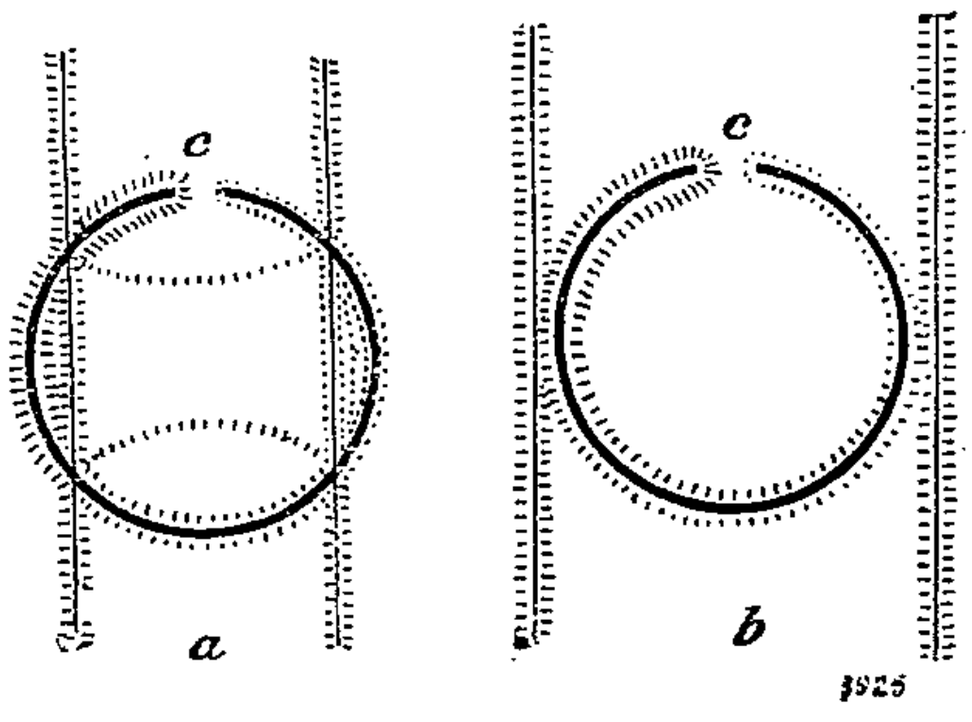


FIG. 5.

(1) *Sur la distribution électrique le long d'un résonateur de Herz en activité;* Association française, Congrès de Paris 1900, p. 241. — *Étude expérimentale sur le résonateur de Hertz;* Archives néerlandaises. Livre jubilaire dédié à M. H. Lorenz.

neuses qui entourent les conducteurs se superposent; elles se fondent alors l'une dans l'autre.

Comme dans le cas précédent, la moitié droite de la cloche présente une luminescence plus vive que la moitié gauche, bien que symétriquement distribuée.

Si le diamètre du résonateur est inférieur à l'écartement des fils (*fig. 5, b*) on peut encore, par un dispositif facile à imaginer, placer le résonateur dans le plan même des fils. On obtient alors une luminescence dont la distribution est représentée par la figure 5, *b*. Les conducteurs, fils et résonateur, sont entourés d'une gaine lumineuse offrant les particularités signalées dans le cas précédent. La nappe lumineuse qui s'étend entre les fils ne se manifeste pas dans la partie du plan limitée par la circonférence du résonateur et les flux luminescents qui réunissent les fils s'incurvent au voisinage du résonateur ainsi que le montrent la suite de points et de hachures qui imitent la distribution lumineuse.

Comme précédemment, la moitié droite de la cloche présente une luminescence plus intense que celle que présente la moitié gauche, bien que distribuée d'une manière sensiblement symétrique.

Ainsi que le montrent ces observations, la nappe lumineuse qui, en l'absence du résonateur, s'étend entre les fils en affectant une intensité à peu près uniforme, se concentre au voisinage immédiat du conducteur formant résonateur dès qu'on dispose un résonateur dans le champ des fils. A l'exception de la gaine qui entoure le résonateur, le cercle limité par ce conducteur est obscur; alors que la luminescence est accrue et la plus vive au voisinage de la coupure du résonateur et entre chaque fil et le résonateur.

Le peu d'éclat que présente la luminescence de l'air raréfié ne nous a pas permis de saisir d'une manière très nette les diversités d'éclat des différentes régions luminescentes. Nous espérons obtenir par l'emploi de vapeurs raréfiées des phénomènes plus intenses qui, en permettant de fixer par la photographie les divers aspects obtenus, aideront sans doute à d'intéressantes comparaisons.

M. le Dr S. LEDUC

Professeur à l'École de Médecine de Nantes

ÉTUDES EXPÉRIMENTALES SUR LA DIFFUSION (1). [532.73]

— Séance du 10 septembre —

On prépare une solution de gélatine à 10 0/0, on en répand une couche uniforme sur une plaque de verre ; lorsque la gélatine est solidifiée, on sème symétriquement, sur sa surface des gouttes de diverses solutions précipitant l'une par l'autre, par exemple, de ferrocyanure de potassium et de sulfate de cuivre ou de sulfate de fer ; ces solutions diffusent dans la gélatine et précipitent lorsqu'elles se rencontrent ; les précipités

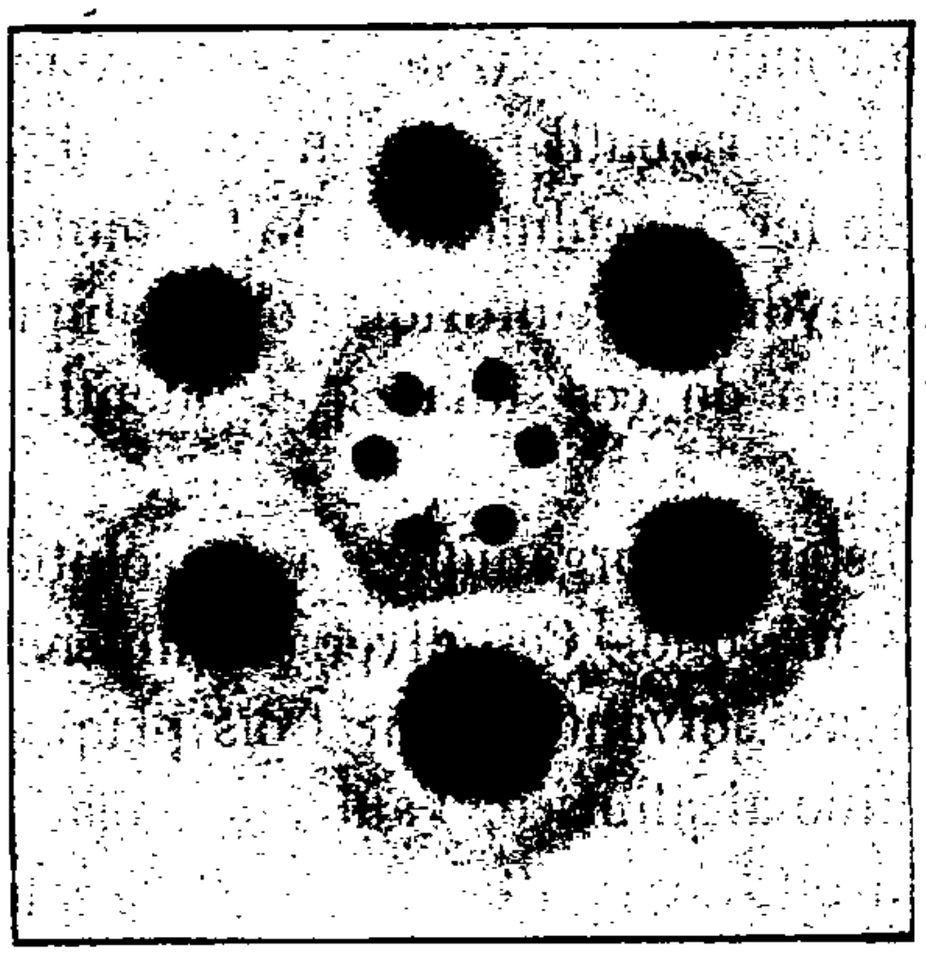


FIG. 1.

Obtenue par la diffusion du sulfate ferrique sur de la gélatine contenant des traces de ferrocyanure de potassium et montrant la différentiation des zones attribuable à l'indépendance des ions dans la diffusion.

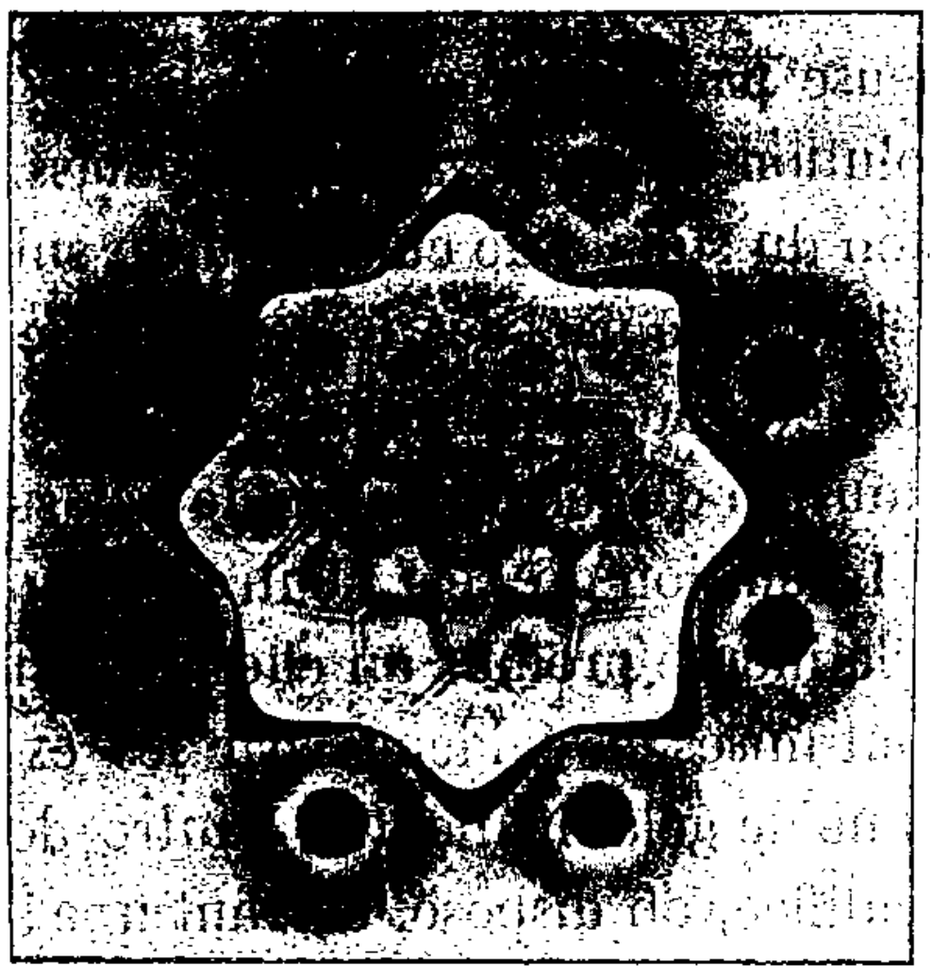


FIG. 2.

Obtenue par diffusion de ferrocyanure de potassium et sulfate ferrique.

(Épreuve positive).

forment des figures géométriques donnant une démonstration remarquable de la régularité de la diffusion *(fig. 1 et 2)*.

La forme des figures varie à l'infini suivant le nombre, la position des gouttes, les couleurs des solutions et des précipités.

(1) Nous avons communiqué une note sur ce sujet à l'Académie des Sciences. Compte rendu de la séance du 17 juin 1901.

La diffusion se fait d'autant plus vite que la solution de gélatine est moins concentrée. La même solution de potasse, placée sur de la gélatine contenant de la phtaléine du phénol nous a donné, après le même temps, un cercle rose de 75 millimètres de diamètre sur une solution de 4 grammes de gélatine dans 96 grammes d'eau ; de 48 millimètres de diamètre sur une solution de 20 grammes de gélatine dans 80 grammes d'eau. L'acide chlorhydrique sur de la gélatine alcalinisée et colorée par la phtaléine du phénol nous a donné, après le même temps, un cercle décoloré de 85 millimètres sur la solution de gélatine à 4 grammes pour 100 grammes de solution, et un cercle de 53 millimètres sur la solution à 20 grammes pour 100 grammes de solution.

Ces résultats, que nous avons obtenus constants dans de très nombreuses expériences, infirment l'opinion que la diffusion se fait dans les solutions gélatineuses avec la même vitesse que dans l'eau pure, opinion qui devait conduire à admettre que la diffusion se fait aussi avec la même vitesse dans la gélatine sèche.

Les plus légères influences modifient notablement la résistance des solutions gélatineuses à la diffusion et la modifient différemment pour les différentes substances. C'est ainsi que l'alcalinisation de la solution gélatineuse par des traces de potasse ou de soude accélère la diffusion d'une solution de ferrocyanure de potassium, mais ralentit notablement la diffusion du sulfate de cuivre ou du sulfate de fer. L'acidification de la solution gélatineuse par des traces d'acide chlorhydrique sulfurique ou azotique, accélère, au contraire, beaucoup la diffusion de ces sulfates, et ralentit la diffusion du ferrocyanure de potassium.

L'addition de sels neutres ou de substances organiques à la solution gélatineuse produit un effet bien moins marqué. Ces diverses influences sont mises en évidence par les expériences suivantes : sur trois plaques, l'une de gélatine neutre, l'autre de gélatine alcalinisée, l'autre de gélatine acidifiée, on dispose, suivant une ligne droite des gouttes d'une même solution de ferrocyanure, et suivant une droite perpendiculaire des gouttes d'une solution de sulfate de cuivre ou de fer. Si les concentrations des solutions sont choisies de façon à avoir, sur la gélatine pure, la ligne du précipité à 45° des axes suivant lesquels sont semées les gouttes, on trouve que la ligne du précipité s'est très notablement approchée de l'axe du sulfate sur la gélatine alcalinisée, de l'axe du ferrocyanure sur la gélatine acidifiée.

En employant de la gélatine additionnée de sulfate ferrique, les cercles bleus de diffusion donnés par le ferrocyanure de potassium, sont plus grands sur la gélatine alcalinisée, plus petits sur la gélatine acidifiée que sur la gélatine neutre. Le contraire a lieu pour les sulfates de cuivre ou de fer diffusant sur de la gélatine contenant des traces de ferrocyanure. De ces changements dans les vitesses relatives de diffusion des solutions de ferro-

cyanure de potassium et de sulfate de cuivre ou de fer, il résulte que les précipités des gouttes des mêmes solutions, occupant des positions identiques, donnent des dessins très différents suivant que l'on emploie de la gélatine neutre, de la gélatine alcalinisée ou acidifiée.

Les vitesses de diffusion dépendent des concentrations des solutions, elles sont d'autant plus grandes que celles-ci sont plus concentrées et semblent bien être proportionnelles aux concentrations moléculaires. Elles dépendent aussi de la résistance du milieu où se fait la diffusion

Un moyen commode de montrer expérimentalement l'influence de la

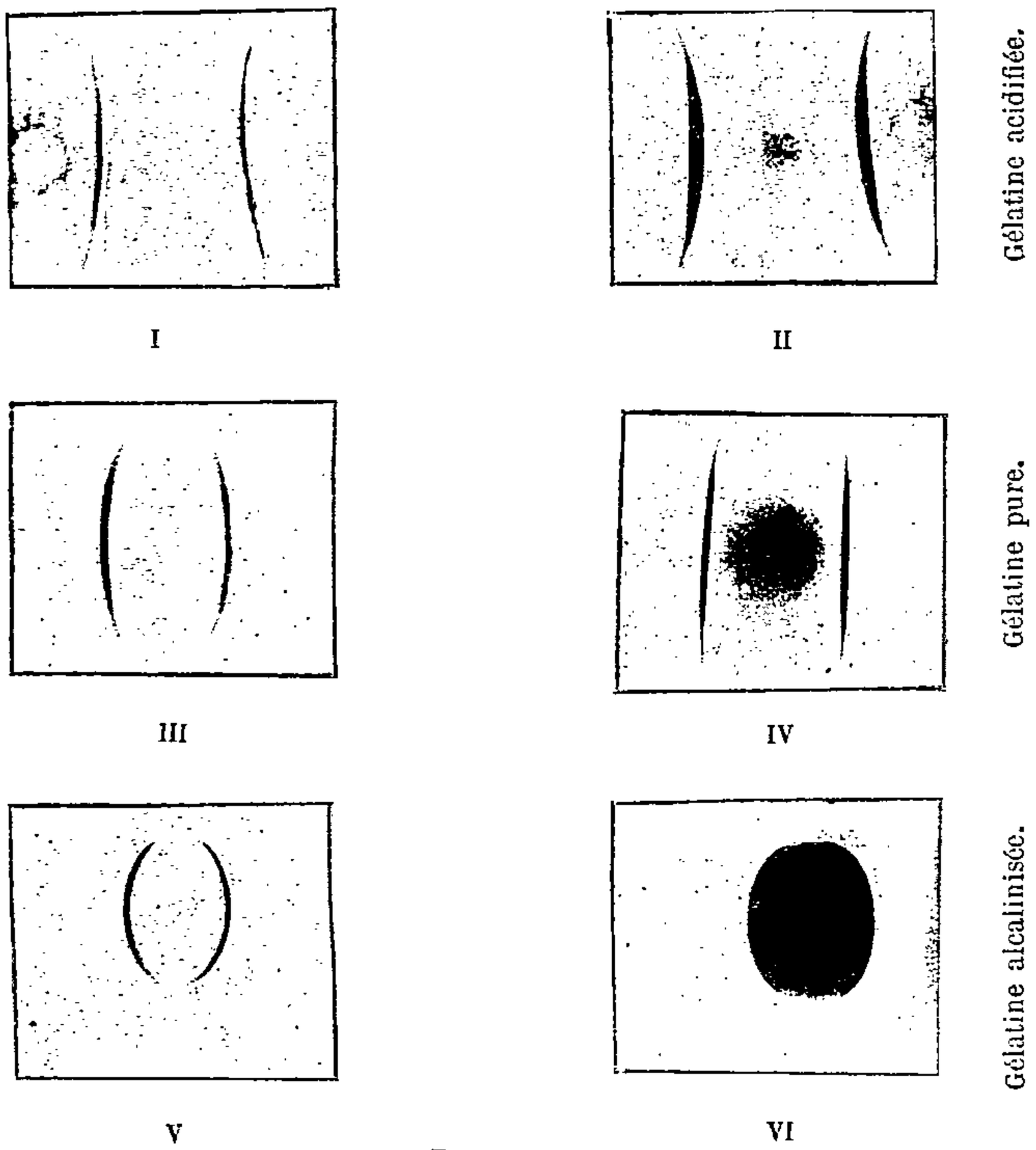


FIG. 3.

Gouttes de sulfate de cuivre entre deux gouttes de ferrocyanure de potassium.

Gouttes de sulfate ferrique entre deux gouttes de ferrocyanure de potassium.

Figures obtenues par la diffusion de gouttes semblablement placées sur de la gélatine.

concentration sur la diffusion consiste à faire diffuser sur des plaques de gélatine, contenant des trace de sulfate ferrique, ou de sulfate de cuivre, des gouttes de solution de ferrocyanure de potassium à divers degrés de concentration ; on obtient des cercles colorés, de diamètres sensiblement proportionnels à la concentration, qui se conservent sur la préparation desséchée et peuvent être projetés. On obtient le même résultat en faisant diffuser des sulfates de fer ou de cuivre sur de la gélatine contenant des traces de ferrocyanure de potassium.

La forme des lignes tracées par les précipités dépend pour une même solution, des rapports des concentrations moléculaires, ou des tensions osmotiques. Entre des solutions isotoniques les lignes des précipités sont droites ; elles sont courbes entre des solutions de tensions osmotiques différentes, la convexité étant du côté de la solution hypertonique. Il y a donc là un moyen de comparer pour les solutions d'une même substance, les tensions osmotiques. les concentrations moléculaires, et toutes les grandeurs proportionnelles. L'influence de la tension osmotique sur la forme des lignes de précipités se reconnaît expérimentalement avec les plaques de gélatine contenant des traces de sulfate ferrique, sur lesquelles les gouttes d'une même solution de ferrocyanure de potassium marquent leur rencontre par une ligne nette, droite, lorsque les deux gouttes appartiennent à la même solution, courbe lorsque les solutions des gouttes ont des concentrations différentes ; la convexité est toujours du côté de la solution la plus concentrée.

Pour les solutions de substances différentes, il y a lieu de considérer la résistance du milieu pour chaque substance. La ligne de précipité est droite entre deux solutions qui diffusent avec des vitesses égales, courbe lorsque les vitesses de diffusion sont différentes, la convexité étant du côté de la plus grande vitesse.

L'expérience semble démontrer directement l'indépendance des ions dans la diffusion ; une goutte de solution de chlorure de calcium sur de la gélatine colorée par une solution alcaline de phtaléine du phénol forme un cercle avec augmentation de la coloration attribuable à l'ion calcium, entouré d'une couronne décolorée par l'ion chlore. Une goutte de sulfate de cuivre laisse au centre une tache jaune, formée probablement d'un oxyde de cuivre, entourée d'une couronne bleue de sulfate de cuivre, entourée elle-même d'une zone translucide de gélatine modifiée par le radical acide.

Si on fait diffuser sur de la gélatine alcalinisée un mélange de sulfate de cuivre très concentré et de sulfate de fer moins concentré, on obtient : 1° un cercle rougeâtre d'hydrate ferrique à contour net ; 2° un cercle bleu d'hydrate de cuivre à contour également très net ; 3° un cercle translucide de gélatine modifiée par le radical acide.

Lorsqu'on fait diffuser une solution de ferrocyanure de potassium sur de la gélatine contenant des traces de sulfate ferrique, on obtient une série d'anneaux concentriques très réguliers, alternativement bleus et transparents. M. le professeur agrégé Weiss nous écrit avoir observé un phénomène analogue dans les conditions suivantes : On prend un tube à essai au fond duquel on met de la gélatine contenant du ferrocyanure de potassium. Par-dessus, on verse une solution de gélatine pure, puis du perchlorure de fer. Il faut, bien entendu, attendre chaque fois que chaque couche soit bien prise. On laisse la diffusion se faire, au point où se

forme la rencontre des deux corps, on constate, dit M. Weiss, l'apparition d'une striation admirable. Il semble voir une grosse fibre musculaire striée.

Conséquences biologiques. — Les faits, révélés par les expériences précédentes, offrent l'explication physique d'un grand nombre de phénoménes biologiques jusqu'ici mystérieux. La résistance à la diffusion augmentant dans les colloïdes à mesure que l'hydratation diminue explique le ralentissement des mouvements nutritifs chez les vieillards et dans les tissus sclérosés. La résistance spécifique que certains colloïdes, suivant leur état acide, neutre ou alcalin, opposent à la pénétration des diverses substances, explique l'affinité spécifique d'absoption des cellules, par laquelle certaines cellules absorbent spécialement certaines substances, les globules rouges les sels de potassium, les cellules osseuses les sels de calcium, etc. La même résistance spécifique variable sous de légères influences, éclaire les phénomènes de sécrétions glandulaires et la question des tempéraments. L'indépendance des ions dans la diffusion fait entrevoir l'explication physique des phénomènes d'élaboration intra-cellulaire, d'assimilation et d'élimination.

M. le Dr AMANS

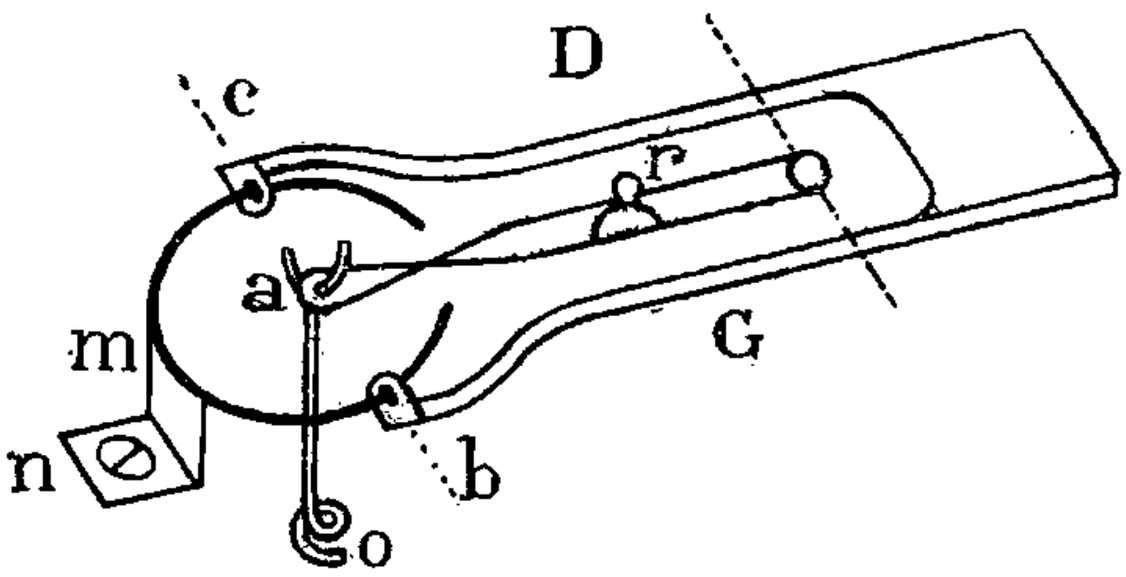
à Montpellier.

SUR UN NOUVEAU DISPOSITIF DE REPRODUCTEUR PHONOGRAPHIQUE [534.43]

— Séance du 10 septembre —

Tous les graphophones qui sont dans le commerce ont le pas de vis de chariotement mesuré en fraction de pouce. Le phonographe que j'ai construit en 1895 est, je crois, le seul qui ait suivi le système métrique ; mes sillons ont un écart de 250/1000mm, tandis que les Américains ont 1/10e de pouce environ. Malgré la différence de pas de vis, on peut écouter les rouleaux américains sur mon appareil, avec le dispositif que j'ai décrit au Congrès de Paris : il faut pour cela transformer la cavité conique de roulement du volet de tension en cavité sphérique. Il y a cependant, tous les 4 ou 5 centimètres de translation, un moment d'hésitation ; la tête ronde frotte sur le talus du sillon, mais pour retomber immédiatement en plein sillon.

Pour éviter cette très courte hésitation, j'ai imaginé le dispositif suivant: Les bras du volet GD sont coudés à angle droit à leurs extrémités (*bc*), et ces extrémités présentent un trou rond, dans lequel passe une couronne circulaire. Cette couronne est formée par un fil cylindre d'acier de 1 millimètre d'épaisseur. Elle est fixée en arrière, sur le contre-tympan, par un pied en équerre *nn*, sur lequel elle est soudée. En avant, elle a une solution de continuité pour laisser passer le porte-boule. Les trous du volet sont sur la même ligne que l'articulation du porte-boule *ab* avec le marteau *oa*, et cette articulation est au centre de la couronne. Par suite, quel que soit l'angle de rotation du volet, l'articulation du marteau ne bouge pas. Si le bras de levier *ar* de la tête ronde est de 15 millimètres, par exemple, l'audition peut se faire avec des sillons de 4 à 5/100e de millimètre.



On peut se proposer de chercher la limite supérieure pratique de cet écart. Connaissant la longueur du porte-boule, son angle avec la verticale, d'une part, avec le rayon du rouleau, d'autre part. Dans le cas limite, le dispositif permet une rotation de 120°. On pourrait utiliser cette propriété pour des gramophones de poche, où le reproducteur serait immobile, son volet seul chariotant les sons. On peut aussi employer ce système de rotation dans les graphophones, dans tous les cas, d'une manière générale, où on veut conduire docilement les sons sur un rocher fixe.

M. LACOUR

Ingénieur civil des Mines, à Paris.

PHOTOGRAPHIE : POSITIFS DIRECTS SANS PASSER PAR LES NÉGATIFS [77.061]

— Séance du 16 septembre —

La production de positifs directs sans passer par les négatifs n'est pas nouvelle. Le Daguerréotype remplit le programme ; mais aujourd'hui les plaques daguerriennes semblent bien peu pratiques et sont conservées, précieusement du reste, pour certaines recherches scientifiques où rien ne

pourrait les remplacer. Les surfaces argentées et rendues sensibles par une bromuration convenable n'ont peut-être pas dit leur dernier mot, j'estime même qu'il y aurait beaucoup à travailler dans cette voie ; mais c'est dans une autre direction que les recherches, en général, ont été dirigées.

Contretypes. — On désigne ainsi la copie d'un type, soit que l'on veuille conserver en double un négatif précieux avant de le confier aux mains plus ou moins soigneuses d'un opérateur, soit qu'on désire avoir un autre type semblable au premier mais retourné, nécessaire pour les procédés de reproduction photomécaniques.

Les moyens employés pour les obtenir sont assez variés, trop variés même, car leur multiplicité prouve qu'aucun d'eux n'a donné d'assez bons résultats pour être adopté définitivement. En voici l'énumération succincte.

1° Surexposition.

On sait qu'une plaque exposée trop longtemps donne un renversement photographique. Si la plaque est antérieurement voilée, le phénomène se produit encore mieux. M. Villard a même constaté que les plaques voilées par les rayons X étaient celles qui donnaient le meilleurs résultats. Cela s'explique par ce que les rayons X pénètrent la couche dans toute sa masse. L'inconvénient de ce moyen c'est qu'il est assez difficile de savoir à quel moment arrêter la surexposition. Cela dépend d'un grand nombre de circonstances. Il y a même certaines marques de plaques qui ont la propriété, précieuse pour les photographes, d'être insensibles à la surexposition et par conséquent inutilisables pour les contretypes.

2° Par révélateurs très énergiques.

La plaque se voile immédiatement, puis les parties sombres s'arrêtent dans le développement, tandis que les lumières continuent à monter. Par transparence, on a un positif très voilé.

3° Au moyen du bichromate de potasse.

En imprégnant une plaque de bichromate de potasse, les parties exposées à la lumière deviennent insensibles à l'action du révélateur, tandis que les autres montent peu à peu. Le procédé est excellent pour l'utilisation des vieilles plaques toujours plus ou moins voilées.

4° Au moyen de l'iodure de potassium.

Une plaque ou une feuille de papier couverte de chlorure d'argent noirci par la lumière est imprégnée d'iodure de potassium et placée sous un type

Par l'action de la lumière, l'iodure de potassium blanchit le chlorure violet ; on fixe alors avec le cyanure de potassium ; on a une épreuve de même espèce que la première.

5° *Par le collodion. Ferrotypie.*

Tout le monde sait que l'on peut voir en positif une plaque négative en la regardant convenablement ; c'est surtout avec le collodion que l'effet est sensible. Il faut des couches de collodion épaisses et révéler énergiquement. On obtient ainsi ces petites épreuves qui font la joie des promeneurs et la fortune des photographes forains.

6° *Par double développement.*

Lorsqu'une plaque est révélée et lavée mais non fixée, si on enlève l'argent réduit qui forme les noirs et qu'on développe ensuite l'argent qui reste dans la couche sensible, mais qui n'a pas été réduit par le premier développement, on a un type semblable au premier,

Un grand nombre d'expérimentateurs ont fait des recherches sur ce sujet, soit avec le collodion, soit avec le gélatino-bromure. Tous les révélateurs peuvent être employés tant la première fois que la seconde fois. Quant aux substances destinées à enlever l'argent réduit, il y en a un grand nombre, je citerai seulement :

L'acide azotique ;

L'acide azoteux (mélange d'azotite de potasse et d'acide sulfuriqu étendu) ;

L'azotate de peroxyde de fer ;

L'iode, le chlorure et le bromure de cuivre, le perchlorure de fer, etc.

La seule condition est de ne pas déterminer des réactions néfastes entre les bains successifs.

Les travaux les plus précis qui ont été faits sur cette méthode ont été publiés en 1887 par le capitaine Biny.

Il développe à l'oxalate ferreux, puis il expose au jour *dans le révélateur* lui-même en soulevant de temps en temps la plaque et en opérant dans une cuvette à fond noir, il lave ensuite à grande eau et plonge dans un bain de bichromate de potasse mêlé d'un peu d'acide nitrique. Après un deuxième lavage, il révèle de nouveau en employant la même formule pour le bain ; d'après Biny, il serait inutile de fixer.

Balagny a étudié ce procédé en l'appliquant principalement aux pellicules souples et a publié un opuscule sur les contretypes et les procédés pelliculaires.

Depuis cette époque, presque chaque année, la Société française de Photographie a reçu quelque communication relative à cet objet. Il serait sans intérêt de les énumérer car aucune d'elles n'apporte une modification radicale à la production des contretypes.

PHOTOGRAPHIE DIRECTE DANS LA CHAMBRE NOIRE

Le problème que je me suis proposé a un tout autre but. Il consiste à obtenir une épreuve positive sur papier sans faire usage de plaque ou de pellicule négative. Le procédé à créer pour cela se rapproche de celui des contretypes par la marche générale, mais il en diffère en ce que je me sers de papier et que les résultats doivent présenter les qualités d'aspect requises pour les épreuves que l'on veut conserver, tandis que pour les contretypes on n'exige qu'une transparence relative dans les parties claires.

Il fallait d'abord modifier l'appareil, ce dont je ne dirai qu'un mot. Opérant sur du papier, on n'a pas le choix de regarder l'épreuve d'un côté ou de l'autre de la plaque, on regarde forcément du côté de la gélatine et le tableau est alors retourné, c'est-à-dire symétrique par rapport à un plan. Il faut pour le ramener dans son vrai sens, introduire une réflexion dans la marche des rayons lumineux. Sans entrer dans le détail des divers dispositifs que l'on peut employer, je ferai remarquer que la double image que l'on obtient en employant une simple glace argentée telle qu'on les trouve dans le commerce n'a pas, en photographie, l'importance que l'on pourrait croire : avec une vive lumière et par conséquent pour les temps de pose très courts, l'image secondaire est complètement nulle. Dans les poses longues, pour les intérieurs, par exemple, on aperçoit une légère doublure des surfaces ayant une grande différence d'intensité lumineuse, lorsque les rayons réfléchis sont suffisamment obliques.

La grande difficulté du procédé chimique était d'obtenir des résultats constants dans la pureté des tons. Il y a, en effet, un très grand nombre de causes influant toutes sur le résultat, on a une vingtaine de paramètres dont il faut, pour chacun, étudier l'action en laissant les autres constants ; sans entrer dans des détails oiseux, je dirai que le procédé qui m'a semblé le meilleur est le suivant :

1° Révéler au diamidophénol. Le développement doit être poussé à fond afin de ne pas laisser en arrière du bromure impressionné, mais non révélé qui viendrait au deuxième développement prendre de l'intensité à contre-temps ;

2° Solariser ;

3° Plonger dans un bain composé de bichromate de potasse et quelques gouttes d'acide sulfurique et d'acide azotique. Les proportions varient

un peu selon la nature du papier; elles s'approchent de la formule ci-dessous :

Eau	1.000	centimètres cubes.
Bichromate de potasse . .	40	grammes.
Acide sulfurique	8	centimètres cubes.
Acide azotique	8	— —

ou

Eau	1.000	centimètres cubes.
Acide chromique	25	grammes.
Acide azotique	10	centimètres cubes.

L'argent réduit est transformé en chromate d'argent rouge insoluble. L'épreuve de noire devient blanche, le bromure réduit prend une teinte verdâtre, de sorte qu'à la lumière rouge du laboratoire on voit apparaître un faible positif. On lave pour enlever la liqueur chromique en excès, mais on ne peut enlever le chromate d'argent qui imprègne la gélatine.

On révèle une deuxième fois avec le même révélateur, le sulfite contenu dans le bain a la propriété de dissoudre le chromate d'argent et le positif apparaît avec un beau ton noir, velouté. Il ne reste plus qu'à fixer.

Pour avoir des blancs non voilés, il est très important que le lavage après le bain blanchisseur et le deuxième développement se fassent dans une lumière aussi peu actinique que possible.

Les épreuves obtenues présentent une grande finesse qui tient à l'absence absolue de halo.

Tel est le procédé qui m'a semblé avoir quelque intérêt. J'ai pensé que lorsque les amateurs ne tenaient pas à avoir plusieurs épreuves du même sujet, ils pouvaient ainsi obtenir avec rapidité une épreuve très convenable et donner carrière à leur goût avec une économie de moyens très réelle. La photographie est surtout un procédé documentaire ; il ne s'agit pas de faire des œuvres d'art, mais de rassembler le plus grand nombre de renseignements ou de souvenirs possible. Ce moyen se prête, du reste, très bien au travail des bandes impressionnées au moyen de châssis à rouleaux. Une bande de six poses, par exemple, peut en quatre ou cinq minutes donner six épreuves complètement terminées. Comme rapidité et simplicité d'exécution, il est difficile d'aller au delà.

M. A. TURPAIN

Docteur ès sciences, Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Poitiers.

INTERRUPTEUR-INVERSEUR POUR BOBINES D'INDUCTION [537.512]

— Séance du 11 septembre —

Lorsqu'on entretient une bobine d'induction au moyen d'un courant continu, les courants induits successifs dont le circuit secondaire de la bobine est le siège sont obtenus grâce au fonctionnement d'un interrupteur qui coupe et rétablit successivement le courant de la source envoyé dans le circuit primaire. Que l'on emploie un interrupteur du genre Foucault ou que l'on fasse usage d'un interrupteur du genre Wehnelt, le courant circulant dans l'enroulement primaire, pendant les intervalles de temps durant lesquels la source est utilisée, parcourt constamment cet enroulement dans le même sens.

Par le fait même que le passage du ccurant dans l'inducteur se produit dans un sens privilégié, il s'ensuit, au point de vue des phénomènes dont le circuit induit est le siège, une dissymétrie entre les pôles de la bobine. C'est ainsi que l'un des pôles de la bobine approché d'un conducteur relié au sol donne des étincelles qui diffèrent notablement en grandeur de celles obtenues par l'approche du second pôle et du sol. Certains expérimentateurs ont, pour cette raison, différencié les deux pôles d'une bobine d'induction en activité, par les noms de *pôle de haute tension* et de *pôle de faible ou de petite tension*. On donne aussi quelquefois le nom de *pôle positif* et de *pôle négatif* aux deux pôles et on indique comme moyen de les reconnaître le fait que lorsque l'un des pôles est muni d'un disque conducteur et l'autre pôle d'une pointe, l'étincelle qui éclate entre la pointe et le disque aborde le disque au centre si la pointe est positive et qu'elle rejoint le disque par les bords si la pointe est négative.

Cette différence entre les deux pôles de la bobine s'explique d'ailleurs très aisément. Si l'on représente par deux courbes superposées : 1° la variation de l'intensité du courant inducteur par suite du fonctionnement de l'interrupteur; 2° la variation des forces électromotrices induites dans le circuit secondaire par le fait même des variations de l'intensité du courant inducteur, on obtient les deux courbes que représente la figure 1.

La valeur maxima de la force électromotrice due à la rupture étant

supérieure à la valeur maxima de la force électromotrice due à la fermeture, on s'explique dès lors l'inégalité des effets produits par chacun des deux pôles d'une bobine d'induction, alimentée par un courant continu à l'aide d'un interrupteur Foucault ou d'un interrupteur Wehnelt.

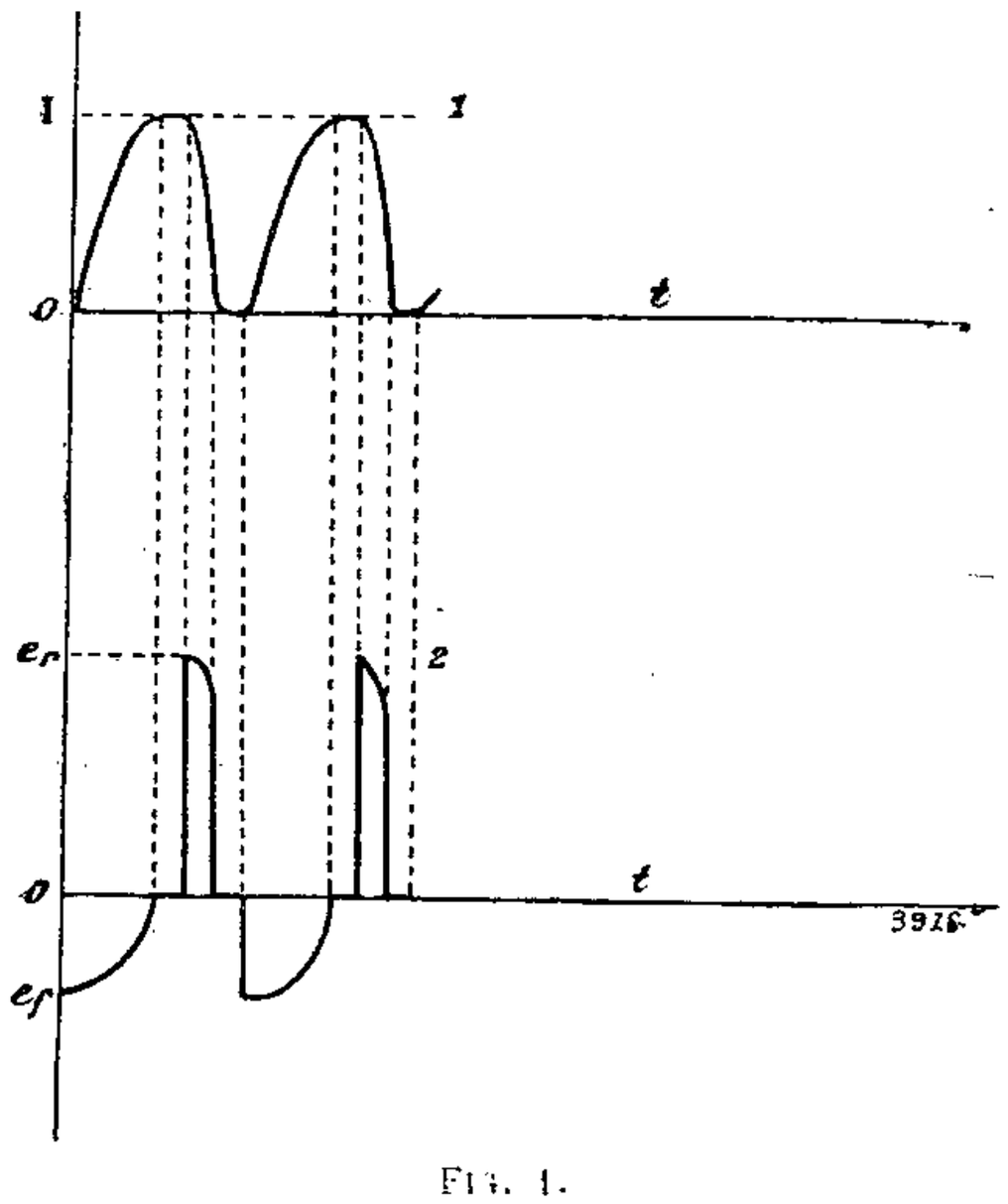


FIG. 1.

On peut rétablir la symétrie entre les deux pôles et faire en sorte que, considérés isolément, ils donnent lieu aux mêmes effets. Il suffit pour cela de faire usage d'un interrupteur construit de manière que le sens du courant dans l'inducteur change après chaque interruption.

M. Crémieu (1) a décrit et construit un interrupteur qui répond d'une manière très ingénieuse au desideratum ci-dessus. Toutefois la construction de cet interrupteur est un peu délicate et son entretien nécessite l'emploi d'un courant alternatif destiné à mettre en mouvement la tige d'interruption.

Nous avons été amené, au cours de nos recherches sur les oscillations électriques, à faire usage d'un interrupteur analogue et la manière très simple dont nous l'avons réalisé, à la portée de tout expérimentateur un peu habile et le moindrement outillé, nous engage à en publier la description. Nous devons dire d'ailleurs que cette construction nous a été inspirée par la description de l'interrupteur de M. Lacroix que M. le docteur Bergonié (2) a récemment fait connaître.

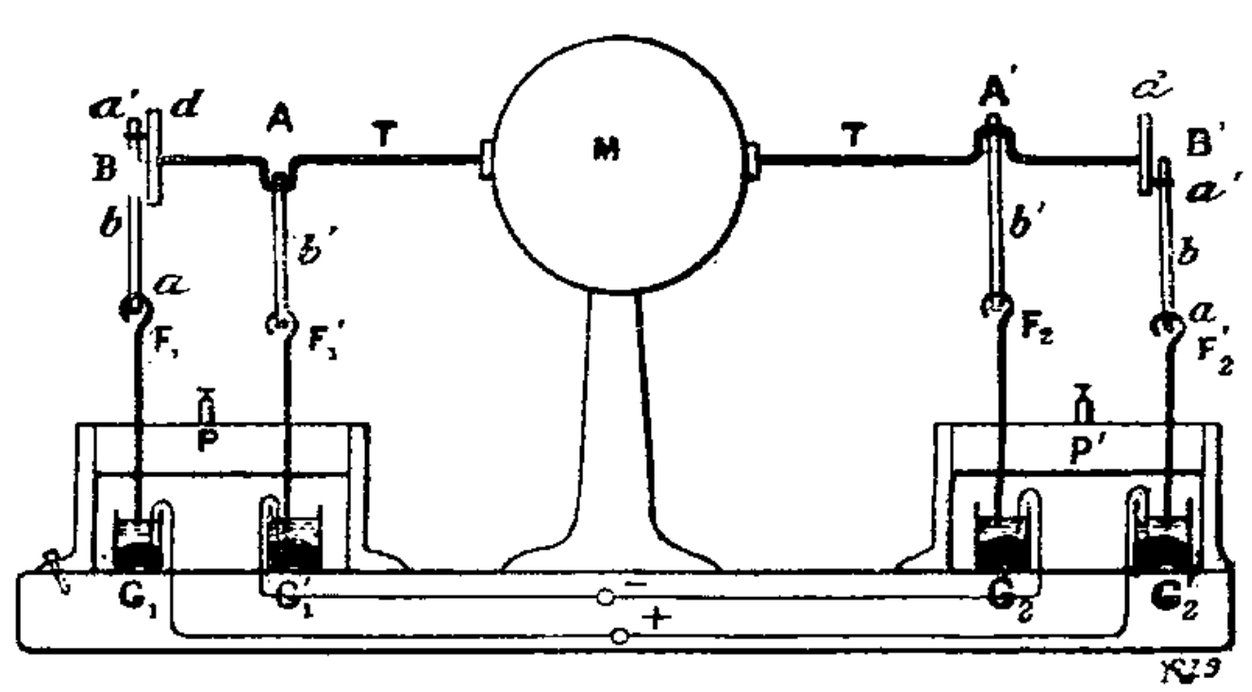


FIG. 2.

Un petit moteur électrique M *(fig. 2)* imprime à une tige cylindrique TT un mouvement de rotation autour de son axe. Cette tige porte à ses extrémités BB′ ainsi qu'aux régions AA′ où elle est coudée quatre fois à angle droit, quatre petites broches faites d'un fil de cuivre F_1, F_1', F_2, F_2', qui sont guidées par des trous d'un diamètre un peu

(1) V. CRÉMIEU. — *Société française de Physique*, 4 février 1898.

(2) BERGONIÉ. — *Archives d'Électricité médicale*, n° 86, 15 février 1900.

supérieur, percés dans des pièces de fer PP′ solidement assujetties et dans lesquelles elles sont introduites.

Les broches F_1, F_2 correspondant aux extrémités BB′ de la tige T sont reliées à cette tige par une petite bielle faite d'une mince lame de bois *b*, fixée en *a* à la broche et en *a′* à un excentrique porté par un disque *d*.

Les broches F'_1, F_2 correspondant aux régions AA′ sont également liées à la tige T par de petites bielles *b′* faites de matière isolante.

Les choses sont disposées de manière que les deux tiges F_1, F_2 se trouvent au point le plus haut de leur course lorsque les deux tiges F'_1, F'_2 sont au point le plus bas et vice versa.

Ces tiges plongent dans quatre godets G_1, G'_1, G_2, G'_2 contenant du mercure recouvert d'huile de pétrole. Les godets G_1, G'_2 sont reliés entre eux et à la borne +; les godets G'_1, G_2 sont reliés entre eux et à la borne —. La pièce de fer P supporte une borne P; la pièce de fer P′ supporte une borne P′.

On relie la borne + au pôle positif de la source d'électricité et la borne — au pôle négatif. L'une des extrémités de l'inducteur de la bobine est reliée à la borne P, la seconde extrémité de l'inducteur est reliée à la borne P′.

Les contacts étant ainsi assurés, il est facile de voir que lorsque l'interrupteur fonctionnera par le jeu du moteur M, le courant de la source sera successivement envoyé dans l'inducteur dans un sens, puis dans l'autre après chaque interruption successive.

Le jeu de cet interrupteur donne comme représentation de l'intensité du courant dans le circuit inducteur de la bobine, la courbe 1 de la figure 3 dont la courbe 2 représente alors la variation des forces électromotrices induites dans le circuit secondaire. On conçoit qu'à l'aide d'un semblable interrupteur on obtienne avec les deux pôles de la bobine d'induction ainsi alimentée, des phénomènes identiques; ce que l'on pourra caractériser en disant que la bobine d'induction est excitée d'une manière symétrique alors qu'elle était excitée d'une façon dissymétrique lorsque le courant continu qui parcourait l'inducteur était interrompu par un interrupteur ordinaire de Foucault ou par un interrupteur de Wehnelt.

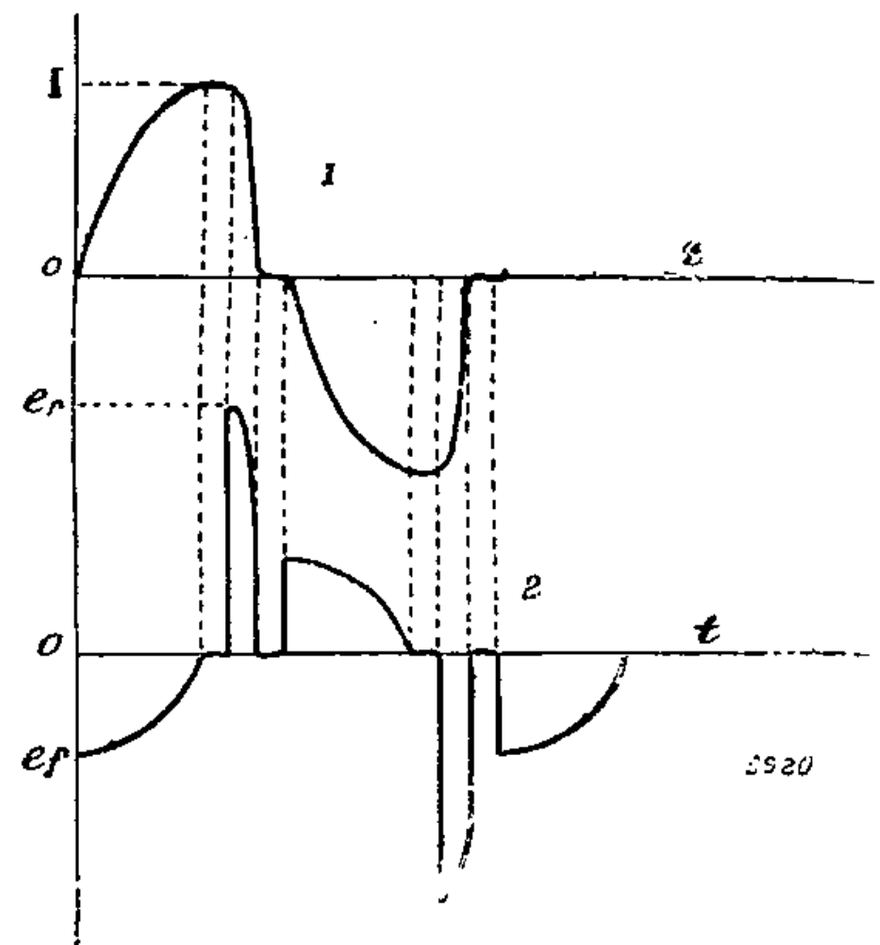


FIG. 3.

On peut d'ailleurs définir ces sortes d'interrupteurs, aussi bien l'interrupteur de M. Crémieu que celui que nous venons de décrire en disant

qu'ils sont analogues à un interrupteur Foucault, au commutateur inverseur duquel on ferait subir une rotation de 180° entre chaque interruption.

Nous avons prié M. Rochefort, si compétent en construction d'interrupteurs, de vouloir bien nous établir un modèle de l'interrupteur-inverseur que nous venons de décrire, en le faisant profiter de l'avantage que possèdent les interrupteurs Rochefort d'être muni d'une tige mobile qui se guide d'elle-même au sein du mercure dans lequel elle plonge.

Très ingénieusement, M. Rochefort est parvenu à construire un semblable interrupteur en n'employant qu'un seul godet à mercure au lieu de quatre, c'est-à-dire une seule tige mobile. Cette simplification est d'autant plus importante qu'elle présente le grand avantage de ne nécessiter pour l'entretien de la bobine d'induction qu'un seul condensateur au lieu de deux que nécessitait l'interrupteur à quatre tiges. M. Rochefort arrive à n'employer qu'une seule tige en construisant l'appareil que nous présentons à l'Association française, et qui réalise la définition même que nous donnons plus haut de ces sortes d'interrupteurs. L'axe du moteur qui entretient en vibration la tige de l'interrupteur porte la partie mobile du commutateur-inverseur dont sont en général munis les interrupteurs du genre Foucault, de telle sorte qu'entre chaque plongée de la tige dans le mercure, les connexions de l'appareil avec les pôles de la source sont interverties et le résultat désiré est obtenu : le courant qui parcourt l'inducteur de la bobine d'induction change de sens après chaque interruption.

M. A. TURPAIN

Docteur ès sciences, Maitre de conférences à la Faculté des Sciences de Poitiers.

SUR DEUX MODES D'ENTRETIEN DE L'EXCITATEUR DE HERTZ. — MODE D'ENTRETIEN DISSYMÉTRIQUE ET MODE D'ENTRETIEN SYMÉTRIQUE [538.561]

— Séance du 11 septembre —

Parmi les particularités que présente l'étude de la résonance électrique dans l'air raréfié, étude que nous avons faite en mettant en œuvre la méthode d'observation récemment décrite (Voyez page 279), il en est une qui se présente d'une manière constante et qui est la suivante :

Lorsqu'on dispose dans une cloche contenant de l'air convenablement raréfié, cloche traversée par les deux fils de concentration du champ, un résonateur placé soit perpendiculairement à la direction des fils de concentration, soit dans un plan parallèle au plan de ces fils, on constate que la luminescence observée dans la partie droite de la cloche, tout en affectant une distribution sensiblement symétrique de celle de la partie gauche, est notablement moins intense. Nous indiquons dans la figure 1 cette différence en marquant la luminescence moins vive par des points et la luminescence plus intense par des hachures.

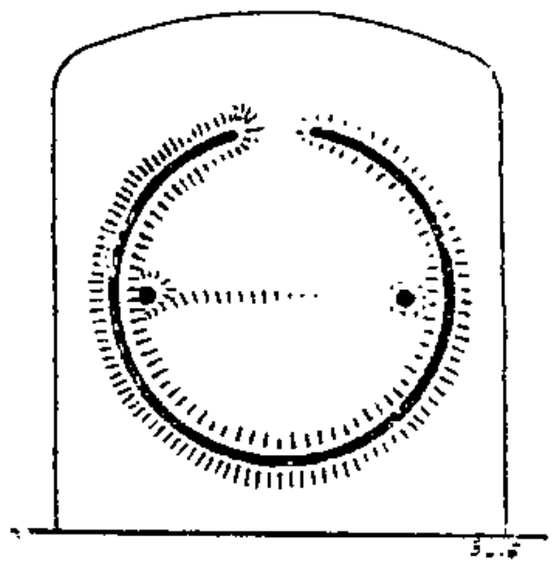


FIG. 1.

Cet éclat privilégié d'une moitié de la cloche est d'ailleurs susceptible d'une interversion de position. C'est ainsi que si l'on vient à changer, par la manœuvre d'un commutateur-inverseur, le sens du courant dans le primaire de la bobine d'induction qui entretient l'excitateur, on détermine par là même, à l'intérieur de la cloche, l'interversion des régions de plus vif et de moindre éclat. La moitié droite de la cloche qui, avant le changement de sens du courant, présentait une luminescence d'éclat moins vif que celui présenté par la moitié gauche, acquiert une plus vive luminescence ; par contre, la moitié gauche, douée précédemment du plus vif éclat, perd en intensité lumineuse. Cette interversion d'éclat se produit sans que la symétrie que présente la distribution des gaines lumineuses des deux moitiés gauche et droite en soit altérée.

Non seulement on observe cette différence d'intensité lumineuse entre les deux moitiés droite et gauche de la cloche lorsqu'un résonateur y est disposé, mais encore alors que la cloche est seulement traversée par les deux fils de concentration du champ hertzien et ne contient que ces deux fils. La gaine lumineuse qui entoure l'un des fils est sensiblement plus intense que celle qui entoure l'autre fil. Comme dans le cas précédent, le changement de sens du courant dans le primaire de la bobine d'induction qui entretient l'excitateur détermine l'interversion d'intensité des deux gaines lumineuses qui entourent les fils de concentration du champ hertzien.

Convenons de donner aux deux pôles de la bobine d'induction mise en action par un courant continu interrompu au moyen d'un interrupteur du genre Foucault ou du genre Wehnelt les noms de pôle positif et pôle négatif, et de distinguer ces deux pôles par le fait que lorsque l'un des pôles est muni d'un disque conducteur et l'autre pôle d'une pointe, l'étincelle qui éclate entre la pointe et le disque aborde le disque au centre si la pointe est reliée au pôle positif, et que cette étincelle rejoint le disque par les bords si la pointe est négative. On constate alors que la *luminescence*

la plus vive correspond au plateau de l'excitateur qui est relié au *pôle négatif* de la bobine d'induction.

Dans toutes les interprétations théoriques des phénomènes de la résonance électrique, on considère qu'au même instant la répartition électrique sur l'un des plateaux de l'excitateur est la même que sur l'autre plateau, au signe près. On suppose, par exemple, que la densité électrique est au même instant égale et de signe contraire en deux points symétriquement placés par rapport à l'étincelle excitatrice, pour l'excitateur ; en deux points en regard pour les fils de concentration. Comme les valeurs de cette densité, ou d'une manière plus générale de la quantité qui caractérise l'état électrique en chaque point des conducteurs, oscillent de part et d'autre de zéro pendant la durée d'une période, on ne voit pas pourquoi, dans les expériences précédentes, l'un des deux fils de concentration, ou encore l'une des moitiés d'un résonateur en activité présente une luminescence privilégiée et pourquoi les gaines lumineuses qui entourent les conducteurs offrent, tout en restant symétriques par rapport au plan de symétrie de l'excitateur, perpendiculaire à l'axe de cet excitateur, une luminescence plus vive d'un côté que de l'autre.

Ce fait doit être rapproché du suivant :

Lorsqu'on fait fonctionner pendant quelques instants (deux à trois minutes) un excitateur électrique dont l'étincelle éclate dans l'air, on constate, par le simple toucher, qu'une des boules entre lesquelles éclate l'étincelle est notablement plus chaude que l'autre, au point qu'il arrive qu'on peut tenir à la main l'une des boules alors qu'il est impossible d'en agir ainsi avec l'autre.

A cette différence notable de température correspond une perte de poids inégale pour les deux boules, ainsi que le montre la détermination suivante.

Ici encore on constate que le changement de sens du courant produit l'interversion du phénomène. Si la boule A est la plus chaude pour un sens déterminé du courant dans le primaire de la bobine, elle devient la moins chaude lorsque lorsque ce courant change de sens. En convenant de distinguer les pôles de la bobine d'induction de la façon indiquée ci-dessus, on constate que la boule *la plus chaude* est celle qui est réunie au *pôle positif* de la bobine.

Si la distribution électrique de l'un des deux conducteurs formant excitateur est identique, au signe près à celle de l'autre, et si la série des états électriques de chaque conducteur oscille d'une part et d'autre d'une valeur représentative commune pendant la durée d'une période, il semble qu'il n'y ait aucune raison pour que la température d'une des boules soit plus élevée que celle de l'autre.

Ces phénomènes, aussi bien ceux relatifs à la différence d'intensité de la luminescence des gaines lumineuses qui entourent les conducteurs que

ceux relatifs à la différence de température des boules de l'excitateur, se produisent lorsqu'on entretient un excitateur électrique par une bobine d'induction alimentée à l'aide d'un courant continu et par l'intermédiaire d'un interrupteur, que cet interrupteur soit du genre Foucault ou qu'il soit du genre Wehnelt.

Ces phénomènes ne peuvent être rapportés qu'à une dissymétrie dans l'entretien de l'excitateur, dissymétrie dont l'existence est liée au sens privilégié qu'affecte le courant qui parcourt l'enroulement primaire de la bobine qui entretient l'excitateur en activité.

Tout semble se passer comme si les valeurs extrêmes entre lesquelles oscille la grandeur représentative de l'état électrique des conducteurs de l'excitateur pendant la durée d'une période, sont plus éloignées l'une de l'autre pour un de ces conducteurs que pour l'autre conducteur.

Si l'on représente par $+ E$ et $- E$ l'état électrique d'une des plaques excitatrices, au commencement et à la fin d'une demi-période, l'état électrique de la seconde plaque excitatrice aux mêmes instants est représentée par $- e$ et $+ e$ et l'on a en valeur absolue :

$$E > e.$$

Nous sommes arrivés à faire cesser cette dissymétrie d'état électrique entre les deux conducteurs d'un excitateur en activité.

Pensant que cette dissymétrie était due au sens privilégié du courant parcourant le primaire de la bobine d'induction, nous avons fait en sorte que le sens de ce courant changeât pendant chaque interruption successive de l'interrupteur disposé sur le circuit de ce courant primaire. On obtient cet effet en utilisant un interrupteur-inverseur du genre de celui que nous avons décrit (Voyez page 297) et dont nous avons présenté un modèle au Congrès.

On constate, en utilisant un semblable interrupteur-inverseur, que la luminescence présentée au sein de l'air raréfié, soit par les deux fils de concentration du champ hertzien seuls, soit par ces deux fils et par un résonateur les accompagnant *(fig. 2)*, est aussi intense dans la moitié droite de la cloche que dans la moitié gauche. Les gaines lumineuses qui se distribuent autour de ces conducteurs ne sont plus seulement symétriquement distribuées ; elles affectent, de plus, une intensité égale en deux points symétriquement placés par rapport au plan de symétrie perpendiculaire à l'axe de l'excitateur.

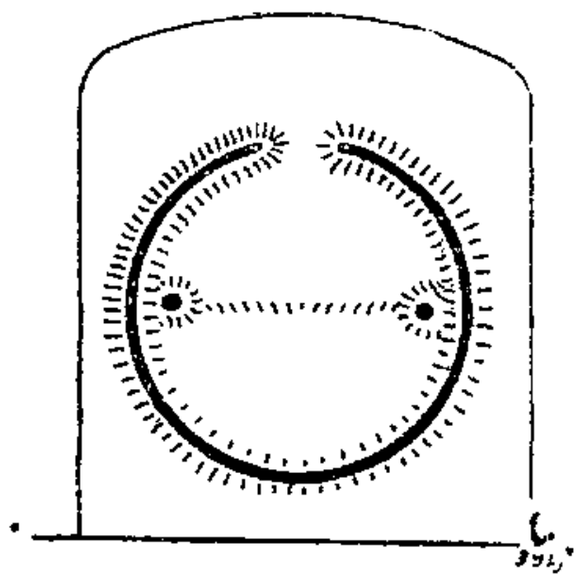


FIG. 2.

Lorsqu'un excitateur électrique est entretenu dans ces conditions (avec l'usage d'un interrupteur-inverseur) et que l'étincelle oscillante

éclate dans l'air, pendant quelques minutes on n'observe plus de différence dans les élévations de température que présentent chacune des deux boules de l'excitateur par suite du passage de l'étincelle. De plus, la perte de poids accusée par ces boules est la même pour toutes les deux.

On observerait sans doute la même symétrie d'état électrique en entretenant la bobine d'induction à l'aide d'un courant alternatif et par l'intermédiaire d'un interrupteur pour courants alternatifs. Ne disposant pas de source d'électricité à courants alternatifs, nous n'avons pu, jusqu'ici, vérifier cette prévision.

Quoi qu'il en soit, on peut conclure de ces observations qu'il y a deux modes d'entretien d'un excitateur électrique lorsqu'on dispose pour cet entretien d'une bobine d'induction alimentée par un courant continu.

Un premier mode, obtenu par l'emploi d'un interrupteur, soit du genre Wehnelt, soit du genre Foucault, mode qui, par suite du sens privilégié qu'affecte le courant dans le circuit primaire de la bobine d'induction, produit une dissymétrie entre les deux plateaux conducteurs formant l'excitateur, dissymétrie qui se retrouve entre les fils conducteurs qui concentrent le champ de ces deux plateaux et même entre les deux moitiés du résonateur disposé dans le champ des fils de concentration. Nous nommerons ce premier mode d'entretien *mode d'entretien dissymétrique*.

Un second mode d'entretien de l'excitateur est obtenu par l'emploi d'un interrupteur-inverseur qui, en changeant le sens du courant primaire de la bobine d'induction pendant chaque interruption successive, rétablit une parfaite symétrie d'état électrique entre les deux conducteurs formant l'excitateur, entre les deux fils de concentration du champ de cet excitateur et entre les deux moitiés d'un résonateur en activité disposé dans le champ de ces fils. Pour cette raison, nous nommerons ce second mode d'entretien *mode d'entretien symétrique*.

Quant à la façon dont on doit envisager ce second mode d'entretien, une question se pose : Cette symétrie ainsi rétablie et nettement démontrée par l'observation des phénomènes de luminescence, doit-elle être rapportée à une superposition d'effets que l'œil se montre inapte à séparer, ou bien existe-t-elle en réalité ?

D'une manière plus explicite, doit-on considérer à chaque instant les deux conducteurs formant excitateur, au point de vue de leurs états électriques respectifs, comme étant exactement l'image, au signe près, l'un de l'autre ; ou bien ces deux états gardent-ils, à la fin de chaque demi-période, la différence que nous marquions précédemment par les valeurs E et *e*, E étant plus grand que *e*, et la symétrie n'est-elle due qu'au fait qu'entre chaque interruption successive de l'interrupteur-inverseur les

valeurs E et *e* qu'on doit attribuer aux deux conducteurs s'intervertissent ?

En se servant de la représentation des états électriques des plaques excitatrices par les grandeurs E et *e*, il arrive que, dans cette dernière manière de voir, les oscillations qui se produisent à l'excitateur dont nous appelons les plaques A et B, s'effectuent :

Entre + E et — E pour la plaque A,
Entre — *e* et + *e* pour la plaque B,

lors du premier passage du courant primaire ;

Entre — *e* et + *e* pour la plaque A,
Entre + E et — E pour la plaque B,

lors du deuxième passage du courant primaire ;

Entre + E et — E pour la plaque A,
Entre — *e* et + *e* pour la plaque B,

lors du troisième passage du courant primaire et ainsi de suite.

S'il en est ainsi, et si la luminescence suit la rapidité de ces variations d'état, la symétrie d'intensité lumineuse n'est rétablie que par suite de la persistance des impressions lumineuses sur la rétine. Il sera sans doute possible d'être renseigné à cet égard par un examen stroboscopique de la luminescence.

Bien que nous n'ayons pu encore faire cet examen stroboscopique, certaines observations, encore trop peu nettes pour être publiées, nous portent à penser que le mode d'entretien utilisant un interrupteur-inverseur constitue un mode d'entretien vraiment symétrique de l'excitateur de Hertz, et non pas seulement symétrique par superposition d'effets dissymétriques agissant successivement sur une plaque d'excitateur, puis sur l'autre.

Quoi qu'il en soit et quel que soit le résultat auquel nous conduise l'étude de ces phénomènes que nous poursuivons, l'entretien d'un excitateur de Hertz à l'aide d'une bobine d'induction alimentée par un courant continu et employant un interrupteur du genre Foucault ou du genre Wehnelt produit une dissymétrie électrique entre les deux conducteurs formant l'excitateur, dissymétrie nettement mise en évidence par l'échauffement inégal des deux boules de l'excitateur et par l'intensité différente des gaines lumineuses qui entourent les deux moitiés d'un résonateur en activité, ainsi que des gaines lumineuses qui entourent les deux fils de concentration du champ hertzien lorsque ces conducteurs, fils et résonateur, sont dans l'air raréfié.

MM. le Dr FOVEAU de COURMELLES
et Gustave TROUVÉ,

à Paris.

NOUVEAUX APPAREILS POUR L'ÉTUDE DES DIVERSES RADIATIONS LUMINEUSES

[535.87]

— Séance du 11 septembre —

Tous les physiciens ne disposant pas toujours de sources lumineuses intenses pour étudier les diverses radiations de cette forme d'énergie physique, il peut être intéressant de multiplier ou tout au moins de concentrer, sans déperdition aucune, sur une surface déterminée, l'énergie d'une source même faible de lumière. On atteint ce résultat, soit en se mettant très près de la source, ce qui peut présenter des dangers et des inconvénients, soit en utilisant le pouvoir réflecteur et parallélique du foyer de la parabole. Dans ces deux hypothèses séparées ou utilisées ensemble, il faut encore ne pas opérer à l'air libre où la lumière se disperserait, soit dans tous les sens, soit en un faisceau parallèle, mais concentrer, rassembler la lumière au point ou sur la surface où l'on veut l'étudier. Pour cela, nous avons placé une source de lumière au foyer d'un réflecteur parabolique, à une faible distance du champ d'action, et l'avons enveloppée, en avant du réflecteur, d'un concentrateur poli et tronc-conique ; ainsi le faisceau parallélique vient-il, après diverses réflexions, se concentrer dans la proportion notable de 80 à 90 0/0 sur la surface à éclairer. On peut ensuite, et sur le trajet, isoler telle ou telle radiation à étudier. Principe et appareils ont été présentés par M. Lippmann à l'Institut (Académie des Sciences) le 24 décembre 1900, et décrits dans l'*Année Électrique* de 1900, mais ce sont les modifications récentes que nous voulons présenter ici.

Veut-on obtenir de la lumière colorée et étudier ses effets comparatifs sur divers infusoires placés sous le champ du microscope, sur la nutrition de certaines régions animales et végétales, sur le pouvoir émissif ou absorbant de certaines substances,... que l'on placera à l'extrémité du concentrateur, une surface transparente colorée ou une lentille colorée si l'on veut agir presque en un point, en un foyer de lentille. On laisse ainsi passer, si la coloration du verre est rouge les pouvoirs calorifique et chimique de la lumière ; on peut encore, avec un disque à parties diverse-

ment colorées ne laisser passer qu'une des sept couleurs du prisme ; si la lentille ou la surface transparente sont jaunes, les pouvoirs lumineux et chimique passent ; si ces parties transparentes sont bleues ou violettes, le pouvoir chimique seulement. Mais dans la pratique, si la source lumineuse — lampe à incandescence avec ou sans charbon spécial, arc voltaïque, acétylène, métaux polis ou oxydés,... — est un peu puissante, les choses ne se passent pas aussi simplement et les diverses radiations, insuffisamment absorbées, empiètent les unes sur les autres et entachent les résultats d'erreurs. Il faut donc pouvoir nettement isoler les pouvoirs variés de la lumière ; car, le verre rouge, par exemple, permettra bien d'étudier à la fois les pouvoirs calorifique et chimique, mais à cause de la concentration radiante obtenue dans le Foveau-Trouvé brûlera rapidement l'objet à étudier, aussi convient-il souvent de supprimer tout ou partie de sa chaleur, la solution d'alun interposée sur le trajet des rayons satisfait en partie à ce résultat, en partie seulement si la source d'énergie employée n'est pas extrêmement faible ; s'il n'en est pas ainsi, et le cas est prévu dans l'appareil, une intense et rapide circulation d'eau froide se fait tout autour de la lumière et autour du concentrateur, en commençant même son entrée près de la surface d'action du concentrateur en la pièce interchangeable terminale, pour, de là, se répandre dans la double enveloppe du concentrateur et celle du réflecteur parabolique. On peut encore opérer à l'air libre en plaçant en face celui-ci, un autre réflecteur concave ou parabolique, qui renvoie devant lui, sur une sorte de surface facile à étudier, tous les rayons.

Le même dispositif d'absorption calorifique servira pour la lumière jaune ou lumineuse proprement dite ou pour la lumière chimique. Pour celle-ci, nous employions au début et pour absorber toutes les radiations autres, comme le fait le Dr N.-R. Finsen, de Copenhague, une solution cupro-ammoniacale et des lentilles de quartz, mais cette solution s'altère rapidement et parfois, d'un jour à l'autre, même sans s'être servi de l'appareil, on est tout étonné de trouver la solution devenue absolument incolore et par suite changeable ; d'autre part les lentilles de quartz absorbent une partie de l'énergie ; aussi, avons-nous pu simplifier notre instrument en supprimant purement et simplement la solution cupro-ammoniacale et les lentilles de quartz et remplaçant le tout par une double lamelle de quartz entre laquelle circule le courant d'eau froide à son entrée.

La lumière est, avons-nous dit, placée au foyer ; elle peut agir, à cause des pièces interchangeables, soit directement à quelques centimètres de l'objet à étudier, soit à une distance double ou triple, mais après réflexion parallélique et concentration. Le pouvoir photogénique a été étudié sur un papier photographique déterminé et soumis pendant dix secondes à la lumière directe (arc voltaïque de 15 ampères) ou à la lumière totalisée

(arc voltaïque de 8 à 9 ampères), le noircissement a été le même. Dans les mêmes conditions, les résultats médicaux obtenus à l'hôpital Saint-Louis sur le lupus et diverses affections cutanées, ainsi que l'un de nous (Foveau de Courmelles) l'expose à la section d'Électricité médicale, ont été les mêmes pour l'arc direct de 15 ampères ou l'arc totalisé de 9 ampères. Il y a là une véritable économie de lumière très intéressante à connaître et très utile à appliquer pour des expériences de longues durée. Nous ajouterons que le grand appareil photothérapique de Finsen qui possède une lampe à arc de 80 ampères et fonctionne à l'air libre, un dispositif complexe de circulation d'eau froide, de solution cupro-ammoniacale et de lentilles multiples de quartz placé devant, et agissant à environ $1^{m},50$ de la surface à traiter, ne donne pas, à cette distance de $1^{m},50$, avec dissémination à l'air de ses rayons, une action photogénique plus grande que notre arc totalisé de 9 ampères et agissant de douze à quinze centimètres du patient ou du même papier sensible.

La ampe à incandescence à *charbon spécial* nous a donné des résultats analogues, mais moins puissants ; d'autre part, sa construction est encore difficile ou défectueuse, sa durée faible, son prix coûteux, mais nous espérons sous peu donner une solution pratique de la lampe à incandescence à rayons chimiques, et puisque les tubes de Crookes existent, on conviendra que le problème d'une enveloppe fermée avec courant électrique et radiations chimiques, est possible.

Nous avons essayé aussi la position des charbons placés obliquement ou horizontalement au foyer de la parabole, la position des charbons dans leur prolongement, en droite ligne, sans émiettement des radiations, nous a donné les meilleurs résultats.

Voulant reprendre les expériences de Moser, Masson et Bréguet présentées à l'Académie des sciences de Paris de 1840 à 1842, et rééditées en ces dernières années, nous avons placé des métaux bien décapés ou polis au foyer de notre réflecteur parabolique et collé sur la lamelle de quartz externe du papier sensible, en obturant bien les ouvertures de notre appareil qui normalement sert à l'échappement — d'ailleurs tortueux, afin de ne pas être aveuglé par des échappées latérales de lumière — des gaz de la combustion, afin que nulle lumière autre que celle émise par le métal n'arrive sur le papier photogénique. Nous avons fait des comparaisons entre la lumière directe et la lumière réfléchie et totalisée, — en plaçant le papier à égale distance de l'une et de l'autre à l'intérieur de l'appareil, toutes à l'avantage de la lumière totalisée.

Nous avons aussi vérifié les faits de télégraphie photo-électrique du professeur Carl Zickler, de Brunn, et basés sur la propriété qu'ont les rayons ultra-violets de décharger les corps électrisés, par suite de rendre visible les décharges électriques à la limite de leur production et un peu au delà,

leur donnant par suite l'activité suffisante pour se produire, ainsi apparaissent les signaux brefs ou longs à volonté ; notre appareil, essayé dans nos laboratoires respectifs, a donné les résultats annoncés par le professeur allemand. Si l'on a intérêt à agir dans plusieurs directions, comme dans la télégraphie par ondes hertziennes, on peut utiliser un de nos appareils hospitaliers construits pour plusieurs malades et qui met au centre d'un double sphéroïde avec abondante circulation d'eau froide, les charbons de l'arc voltaïque, avec plusieurs orifices en double lamelle de quartz et circulation d'eau sur le pourtour de l'apparcil, tous laissant passer de la lumière chimique.

En résumé, la lumière réelle ou latente, lumineuse ou obscure, se trouve totalisée dans l'appareil Foveau-Trouvé, appareil non breveté, nullement commercial et facile à construire par n'importe qui ; par suite, son étude sous ses diverses formes, en les divers milieux, naturels ou artificiels, sur des êtres ou des substances diverses, est ainsi rendue éminemment facile, même avec des sources peu intenses de cette forme physique de l'énergie que nous croyons, du reste, pouvoir encore diminuer. On pourrait ainsi bientôt, sans rhéostat, brancher notre appareil à la place d'une lampe quelconque partout où il y a de la lumière électrique, ou obtenir les effets multiples dont nous avons parlé avec une petite batterie de piles au bichromate. Nous avons cru ces résultats suffisamment appréciables pour les soumettre au Congrès.

M. Fr. MARCH

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'ACÉTYLACÉTONE [547.23]

— Séance du 9 septembre —

Le dérivé sodé de l'acétylacétone jouit de la propriété de se combiner avec les éthers des acides acétique et propionique monohalogénés et avec la bromacétophénone. La première de ces réactions m'a permis de préparer les éthers des acides diacétylpropionique, diacétyl-méthylpropionique et diacétylbutyrique ; les termes plus élevés pourront très probablement se préparer de même. Le premier terme seul de cette série était

connu jusqu'à présent et a été préparé par M. Élion en faisant agir l'éther acétylacétique sodé sur le chlorure d'acétyle (1).

M. Magnanini a fait réagir la bromacétone sur l'acétylacétone sodée (2), mais le produit de la réaction n'a pu être isolé. En substituant la bromacétophénone à la bromacétone, j'ai obtenu une nouvelle tricétone dans laquelle les trois groupes cétoniques CO ne sont pas réunis au même atome de carbone comme cela a lieu dans les tricétones obtenues en faisant agir les chlorures d'acides sur les β-dicétones sodées.

I

ACTION DES ÉTHERS MONOCHLORACÉTIQUES SUR L'ACÉTYLACÉTONE SODÉE (3)

ββ. *Diacétylpropionate d'éthyle.* — Un mélange d'acétylacétonate de sodium et de monochloracétate d'éthyle, ce dernier en excès, est chauffé pendant huit heures environ au bain d'huile à 150°. On obtient ainsi après épuisement à l'éther et rectification dans le vide, un liquide bouillant à 146-147° sous 24 millimètres et ayant pour formule $C^9H^{14}O^4$, formé d'après l'équation :

$$\begin{matrix} CH^3—CO \\ CH^3—CO \end{matrix}\!\!>\!CHNa + CH^2Cl—COOC^2H^5 = \begin{matrix} CH^3—CO \\ CH^3—CO \end{matrix}\!\!>\!CH—CH^2—COOC^2H^5 + NaCl.$$

On obtient en ββ diacétylpropionate d'éthyle le poids d'acétylacétone employée, c'est-à-dire un rendement de 65 0/0 environ de la théorie. C'est un liquide jaune, insoluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool et dans l'éther.

En solution alcoolique, traité par l'acétate de cuivre, il fournit un *dérivé cuivrique* de formule $(C^9H^{13}O^4)^2Cu$ fondant à 179° en se décomposant, très soluble dans le chloroforme. Avec le perchlorure de fer, il donne une coloration rouge sang comme les β dicétones. Il se dissout aussi dans le carbonate de soude.

Tous les essais de saponification de la fonction éther n'ont pas donné de résultats. Une lessive de soude scinde la molécule et fournit un mélange d'acide acétique et d'*acide lévulique*. Traité par de l'éthylate de sodium, en quantité théorique, il fournit de l'*éther lévulique*.

Action de la phénylhydrazine. — La phénylhydrazine se combine avec le ββ diacétylpropionate d'éthyle pour donner un pyrazol, de formule

(1) Élion. — *Trav. chim.*, Pays-Bas (3), p. 255.
(2) Magnanini. — *Gaz. chim. It.*, XXIII, 1, p. 462.
(3) *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, t. 130, p. 1102 et t. 132, p. 697.

$C^{15}H^{18}Az^2O^2$, *diméthylpyrazoléthanoate d'éthyle*, se présentant en beaux cristaux incolores, fondant à 88°, solubles dans l'alcool, l'éther, le benzène, insolubles dans l'eau.

Action de la semicarbazide. — La semicarbazide fournit un mélange de deux composés, l'un soluble dans l'éther $C^{10}H^{15}O^3Az^3$ fondant à 121-122°, l'autre insoluble dans l'éther, fondant à 224-225° et répondant à la formule $C^{11}H^{20}O^4Az^6$. Ces composés résultent de l'action d'une molécule d'éther sur une ou deux molécules de semicarbazide.

Action de l'hydroxylamine. — Par l'action de l'hydroxylamine on obtient un oxazol, huile bouillant à 152° sous 25 millimètres, de formule $C^9H^{13}AzO^3$, *diméthyloxazoléthanoate d'éthyle*, soluble dans l'alcool et dans l'éther.

Par saponification, on obtient l'*acide correspondant* en belles aiguilles fondant à 122°, assez soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool et dans l'éther. Le *sel de baryum* fond à 196-198°. Les *sels de* K *et de* Na sont très déliquescents. Le *sel de cuivre* est un précipité vert insoluble dans l'eau et dans l'alcool. Le *sel d'argent* est un précipité blanc cristallin, insoluble dans l'eau se décomposant vers 200°.

ββ *Diacétylpropionate de méthyle.* — Cet éther s'obtient comme l'éther éthylique. Il bout à 130-132° sous 24 millimètres. Il fournit avec l'acétate de cuivre un *dérivé cuivrique* et avec la phénylhydrazine un *pyrazol*, de formule $C^{14}H^{16}Az^2O^2$ fondant à 65°.

II

ACTION DES ÉTHERS PROPIONIQUES MONOHALOGÉNÉS SUR L'ACÉTYLACÉTONE SODÉE

L'acétylacétone sodée réagit dans les mêmes conditions et avec des rendements aussi satisfaisants, sur l'α bromopropionate d'éthyle et sur le β chloropropionate d'éthyle.

Avec l'α bromopropionate d'éthyle, on obtient un liquide huileux bouillant à 147-149° sous 28 millimètres de formule $C^{10}H^{16}O^4$ correspondant au ββ *diacétyl-α méthylpropionate d'éthyle.*

Avec le β chloropropionate d'éthyle, on obtient le ββ *diacétylbutyrate d'éthyle*, liquide bouillant à 154-155° sous 15 millimètres, fournissant avec l'acétate de cuivre un *dérivé cuivrique* fondant à 209°.

L'étude de ces composés n'est pas achevée.

III

ACTION DE LA BROMACÉTOPHÉNONE SUR L'ACÉTYLACÉTONE SODÉE (1)

Diacétylbenzoyléthane. — Par l'action de la bromacétophénone sur l'acétylacétone en présence d'éthylate de sodium, on obtient une nouvelle tricétone, le *diacétylbenzoyléthane,* de formule $(CH^3 — CO)^2 = CH — CH^2 — CO.C^6H^5$, en cristaux fusibles à 57-58°, soluble dans l'éther, dans l'alcool, surtout à chaud, dans le benzène, insoluble dans l'eau et dans l'éther de pétrole.

En solution alcoolique, traitée par le perchlorure de fer, elle donne une coloration rouge très intense. Une solution concentrée de CO^3Na^2 la dissout lentement en prenant une coloration jaune.

Une solution alcoolique de tricétone, traitée par l'acétate de cuivre, fournit un abondant précipité vert foncé, de *dérivé cuivrique* $(C^{13}H^{13}O^3)^2Cu$, assez soluble dans l'alcool bouillant d'où il cristallise par refroidissement, très soluble dans le chloroforme et fondant à 219-220°.

La lessive de soude étendue dédouble cette tricétone en *acétophénonacétone* et *acide acétique*.

Le chlorhydrate de semicarbazide fournit un produit se présentant en un feutrage de petites aiguilles fondant à 262-264° en se décomposant, de formule $C^{14}H^{15}Az^3O^2$, insoluble dans l'eau, assez soluble dans l'alcool, surtout à chaud, d'où il se précipite en flocons par addition d'eau, soluble dans l'éther.

La phénylhydrazine donne un corps cristallisé fondant à 87-88°, de formule $C^{19}H^{18}Az^2O$, soluble dans l'alcool, l'éther, insoluble dans l'eau.

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences,* t. 133, p. 45.

M. Albert GRANGER

Professeur à l'École d'application de la Manufacture de Sèvres.

SUR UN IODOANTIMONIURE DE MERCURE

— *Séance du 9 septembre* —

Le mercure, chauffé en tube scellé vers 300°, avec de l'iodure d'antimoine, se transforme en iodure de mercure et en iodoantimoniure de mercure. La réaction est un peu différente de celle que donne l'iodure de phosphore avec le même métal ; dans ce dernier cas il se produit un phosphure, tandis que dans le premier c'est un composé triple de mercure, antimoine et iode qui prend naissance. Il est indispensable, pour la séparation ultérieure des produits de la réaction, de ne pas laisser de mercure inattaqué. En prenant un excès d'iodure d'antimoine (soit 120 grammes pour 40 grammes de métal) on transforme tout le mercure en une masse solide qui, lavée avec une solution d'acide tartrique, est facilement débarrassée de l'iodure d'antimoine qu'elle renferme.

La séparation de l'iodure de mercure de l'iodoantimoniure ne peut être effectuée au moyen de l'iodure de potassium. Ce dissolvant de l'iodure mercurique altère profondément l'iodoantimoniure de mercure. Il faut recourir au sulfite de sodium ; une solution chaude de ce sel dissout facilement l'iodure de mercure. Après des lavages suffisants il reste un corps gris nettement cristallisé.

L'iodoantimoniure de mercure se présente sous forme de prismes bacillaires présentant un clivage facile, peut être suivant g^1. La forme, l'éclat et la couleur des cristaux rappellent beaucoup la stibine, pourtant on ne retrouve pas le reflet bleuté que l'on constate sur ce dernier minéral. La dureté du corps est peu élevée ; sous le pilon, ce composé s'écrase facilement en prenant une teinte rougeâtre.

L'iodoantimoniure de mercure est facilement décomposable par la chaleur. Chauffé doucement il se décompose bien avant le ramollissement du verre et laisse dégager de l'iodure de mercure et du mercure. Le chlore l'attaque à froid, le brome agit moins rapidement. L'acide chlorhydrique est sans action. L'acide azotique le transforme en iodure et antimoniate. L'acide sulfurique le dissout à chaud, en produisant de l'acide sulfureux

en même temps qu'il se volatilise de l'iodure de mercure. L'eau régale agit énergiquement et dissout aisément le composé.

Le perchlorure de fer en solution agit rapidement à chaud ; l'iode est mis en liberté et se volatilise tandis que le mercure et l'antimoine se dissolvent. A froid le zinc et l'acide sulfurique étendu décomposent lentement l'iodoantimoniure ; il se produit de l'hydrogène antimonié, l'iode reste à l'état d'iodure de zinc et le mercure se précipite sur le zinc. La destruction complète ne s'effectue que difficilement dans cette dernière réaction ; même en chauffant, il est presque impossible de ne pas laisser de traces de produit inattaquées.

L'analyse de ce composé peut être conduite de la manière suivante : on traite le corps pulvérisé par une solution acide de chlorure ferrique. L'opération doit être effectuée dans un appareil tout en verre. On utilise très bien pour ce travail l'appareil décrit par M. Ditte pour le dosage de l'iode dans les iodates (1). Pendant toute la durée de l'attaque, on fait passer un courant de gaz carbonique. La dissolution s'effectue rapidement en chauffant légèrement. Le tube de sortie des gaz plonge dans une solution d'iodure de potassium qui dissout l'iode. On titre comme à l'ordinaire.

Il est pénible, à cause de l'excès de fer, de doser l'antimoine et le mercure dans le résidu, il vaut mieux faire le dosage de ces métaux sur un autre échantillon. On dissout la matière dans l'eau régale et l'on évite de laisser la liqueur trop acide. On l'additionne de tartrate de sodium et l'on fait passer de l'acide sulfhydrique dans la solution. On sépare les sulfures et on les redissout dans l'acide chlorhydrique, additionné de chlorate de potassium.

On sépare le mercure à l'état de calomel par l'acide hypophosphorique et l'on dose l'antimoine à l'état de sulfure.

Il n'est pas possible d'effectuer directement la séparation du mercure, car l'acide hypophosphorique précipite de la liqueur primitive du calomel mélangé d'iodure de mercure.

La formule de l'iodoantimoniure est $Hg^5Sb^4I^4$. Si l'on tient compte du dédoublement produit par l'acide azotique on peut mettre en évidence l'iodure de mercure et écrire alors $Hg^3Sb^4 2HgI^2$. Cette formule montre que l'antimoniure de mercure correspondrait au phosphure de mercure Hg^3P^4.

L'analyse a donné :

	Calculé.	Trouvé.
	—	—
Mercure	50.34	50.88
Antimoine	24.17	23.49
Iode	25.49	25.80

(1) DITTE. — *Ann. Chim. Phys.* (4), t. XXI, p. 43.

J'ai essayé également de généraliser la réaction en traitant le mercure par les iodures d'arsenic et de bismuth.

L'arséniure de mercure ne semble pas se former dans ces conditions ; jusqu'ici je n'ai obtenu que de l'arsenic et de l'iodure de mercure.

En chauffant l'iodure de bismuth avec du mercure, il se forme un composé complexe dont je poursuis l'étude actuellement.

M. F. LETEUR

SUR LE DOSAGE DU SOUFRE DANS LES MATIÈRES ORGANIQUES [545 : 546.22]

— Séance du 11 septembre —

Dans une note présentée par M. Berthelot à la séance du 9 décembre 1889, M. L. Prunier faisait connaître une méthode permettant la détermination simultanée du carbone et du soufre dans certains composés organiques. Elle consistait essentiellement en une combustion à l'aide du permanganate de potasse, employé à l'état de pureté.

J'ai eu, dans le cours de certaines recherches, l'occasion de doser le soufre dans des corps qui en contenaient de 30 à 40 0/0 et qui émettaient déjà vers 100° des vapeurs capables de former des mélanges détonants avec l'oxygène gazeux. Le permanganate agissant comme oxydant énergique même à des températures peu élevées me parût répondre au but que je me proposais, cet agent devant, dans ces conditions, opérer une décomposition progressive.

Toutefois, l'emploi du permanganate seul est inapplicable avec les corps trop combustibles et peut donner lieu, dans certains cas, à des explosions violentes.

Pour modérer son action, je l'ai mélangé à une assez forte proportion de carbonate de soude.

Après nombre de tentatives infructueuses, je me suis arrêté au mode opératoire suivant :

On commence par préparer deux mélanges de carbonate de soude pur et sec et de permanganate de potasse, grossièrement pulvérisés au mortier. Le premier contient le quart, le second la moitié de son poids du dernier corps.

Dans un tube d'environ 60 centimètres de longueur, on introduit une colonne de 3 à 4 centimètres de permanganate de potasse pur, puis une seconde de 4 ou 5 centimètres du premier mélange. La substance intimement mélangée au préalable avec quarante ou cinquante fois son poids du second, est alors introduite. Enfin, on achève le remplissage du tube avec le premier.

On procède ensuite à la combustion, de la manière suivante : Le tube est installé dans une gouttière de clinquant sur une grille à gaz. On chauffe lentement et progressivement la partie antérieure jusqu'à ce que le mélange prenne une teinte brune indiquant la décomposition du permanganate, en ayant soin toutefois de ménager l'action de la chaleur sur une partie intermédiaire longue de quelques centimètres.

Cette précaution a pour but d'arrêter au passage les vapeurs qui pourraient se dégager. La portion contenant la substance ne doit être chauffée que très lentement pour que la décomposition ne s'opère que d'une manière progressive et sans explosion. Quand elle paraît terminée, ce qui nécessite une demi-heure ou trois quarts d'heure, on chauffe fortement la la colonne terminale de permanganate pour terminer la combustion dans un courant d'oxygène.

Le tube est introduit encore chaud dans un vase d'eau où il se brise en fragments, on fait digérer le tout à une douce chaleur pendant quelque temps. On décante. Les débris de verre sont soigneusement lavés sur un entonnoir à l'eau d'abord, puis avec une solution chlorhydrique faible que l'on recueille à part. Si la solution est colorée en rose ou en vert par quelque peu de manganate ou de permanganate non décomposé, on l'additionne d'un peu d'alcool et on chauffe quelque temps. Quand cette coloration a disparu on filtre, on sursature par l'acide chlorhydrique, on évapore à siccité pour éliminer la silice provenant de l'attaque du verre, et on précipite comme à l'ordinaire par le chlorure de baryum.

De petites quantités de soufre peuvent être retenues par les oxydes de manganèse. Pour les récupérer, on dissout le précipité formé par les oxydes dans l'acide chlorhydrique, ce qui provoque un abondant dégagement de chlore, on évapore à siccité après avoir ajouté le liquide de lavage des fragments de verre. On reprend le résidu par l'acide chlorhydrique faible et on précipite enfin l'acide sulfurique par le chlorure de baryum.

Il vaut mieux opérer séparément les deux précipitations, à cause de l'entraînement inévitable du manganèse par le sulfate de baryte dans une liqueur fortement chargée de sels de ce métal. Cet entraînement est tout à fait négligeable dans le cas présent car il ne porte que sur de très petites quantités de sulfate. Si l'on voulait effectuer la précipitation de l'acide sulfurique en une seule opération, il serait prudent de faire subir une attaque

au carbonate de soude au sulfate de baryte obtenu, qui, dans ce dernier cas, est légèrement coloré.

Les résultats sont satisfaisants. Ainsi, deux dosages consécutifs de soufre opérés par cette méthode sur un corps contenant 37,76 0/0 de ce métalloïde ont donné 37,37 et 37,58 0/0.

M. K. MINIAT

Docteur en philosophie de l'Université de Berne.

SUR LA MONOOXYBENZALBROMINDANONE

— Séance du 10 septembre —

Ainsi que l'ont établi M. de Kostanecki et l'auteur, les trois monooxybenzaldéhydes isomères se combinent à la bromindanone en présence de soude caustique. L'aldéhyde salicylique et la métaoxybenzaldéhyde réagissent d'une manière nette; le rendement est beaucoup moins bon avec la paraoxybenzaldéhyde. Avec cette dernière, il se forme une matière insoluble dans l'alcali qui n'a pas été étudiée d'une manière approfondie. Il est possible que la paraoxybenzaldéhyde ne prenne aucune part à la formation de ce corps; ce qui le fait supposer, c'est que l'indanone bromée elle-même est attaquée à la suite d'une action prolongée de l'alcali en solution alcoolique et qu'il se précipite une substance très impure et peu soluble dans l'alcool. D'autres oxybenzaldéhydes renfermant un hydroxyle en para, par rapport au groupe aldéhyde se comportent de la même façon. La vanilline ne se combine que difficilement avec la 2-indanone bromée en présence de soude, et si on fait usage d'aldéhyde protocatéchique, il n'y a qu'une faible partie du produit de la réaction qui se dissolve dans l'alcali. On a donc tenté des essais dans une autre direction pour opérer la combinaison et on a reconnu qu'en faisant bouillir la solution alcoolique des deux corps et en ajoutant de l'acide chlorhydrique fumant, on obtenait des rendements avantageux de ces composés.

O-oxybenzal-2-bromindanone. A une solution alcoolique chaude d'aldéhyde salicylique et d'indanone bromée en proportion moléculaire, on ajoute en une seule fois une quantité de soude alcoolique double de celle de l'aldéhyde employée. Le liquide se colore en rouge pendant quelques instants et il se sépare, le sel sodique de la 2'-oxybenzal-2-bromindanone peu soluble dans la soude; on le soumet à une cristallisation

répétée dans l'alcool et on obtient des aiguilles jaunes brillantes qui se charbonnent à 220°.

La 2′-oxybenzal-2-bromindanone se dissout dans la soude étendue à chaud avec une couleur jaune-rougeâtre; par le refroidissement il se dépose un sel d'un rouge pâle cristallisé peu soluble. L'acide sulfurique concentré colore les cristaux du composé libre en rouge et la solution est orangée.

La 2′-acétoxy-2-bromindanone est préparée en faisant bouillir avec de l'anhydride acétique et de l'acétate de sodium desséché. Elle constitue des aiguilles qui, obtenues d'une dissolution alcoolique sont incolores et fusibles à 142°.

La méta-oxybenzal-2-bromindanone se forme facilement lorsqu'on suit les prescriptions indiquées dans la préparation indiquée plus haut pour le composé ortho; elle cristallise de l'alcool en belles aiguilles longues et brillantes dont le point de fusion est 239°. En humectant avec de l'acide sulfurique concentré, les cristaux se colorent en orangé; la solution est jaune. La soude dissout le composé en fournissant un liquide jaune.

La 3′-acétoxy-2-bromindanone est peu soluble dans l'alcool et cristallise en petites feuilles incolores fusibles à 173–174°.

Paraoxylbenzal-2-bromindanone. La paraoxybenzaldéhyde se combine plus difficilement avec la 2-bromindanone en présence de soude caustique à 50 0/0 que ses deux isomères. On a versé la solution alcaline alcoolique dans de l'acide chlorhydrique étendu, on a séparé le précipité par filtration et on a traité à chaud par la soude étendue. La combinaison est dissoute et il reste un résidu notable sur le filtre. Le liquide alcalin filtré est additionné d'acide chlorhydrique pour mettre le composé en liberté. On le fait cristalliser plusieurs fois dans l'alcool additionné de charbon animal. A l'état de pureté c'est une poudre cristalline d'un jaune clair, constituée de petites aiguilles fusibles à 252° et solubles dans la soude étendue avec une couleur rouge-jaune; une plus grande quantité d'alcali détermine la précipitation d'un sel sodique orangé. L'acide sulfurique colore les cristaux en rouge et forme avec eux une solution jaune.

On obtient immédiatement ce même composé à l'état de pureté en faisant dissoudre les deux combinaisons dans l'alcool, en ajoutant de l'acide chlorhydrique fumant en quantité égale au tiers du volume du mélange et en faisant chauffer peu de temps au réfrigérant ascendant. Il se produit alors un précipité volumineux jaune qui, recristallisé, fournit le composé à l'état pur.

La 4′-acétoxy-2-brombenzalindanone est préparée en faisant bouillir la paraoxybenzal-2-bromindanone avec de l'anhydride acétique et de l'acétate de sodium desséché. En faisant cristalliser ce composé qui est très peu soluble dans de l'acide acétique glacial, on obtient des aiguilles incolores fusibles à 226-227°.

Les monooxybenzalbromindanones qui viennent d'être décrites se rappro-

chent des monooxybenzalindandiones qu'ont fait connaître de Kostanecki et Laczkowski. Elles ont toutefois une couleur moins intense. Il est facile d'expliquer ce fait par la théorie; en effet, l'indandione renferme en plus un chromophore CO, dont la présence se manifeste d'une manière nette et précise.

Pour compléter ses travaux, l'auteur a fait réagir quelques aldéhydes telles que l'aldéhyde anisique, le furol, le cuminol et l'aldéhyde cinnamique sur la bromindanone; dans ce cas aussi il a pu établir la constitution des composés obtenus; il sont beaucoup moins colorés que les combinaisons correspondantes de l'indandione. Ainsi par exemple les petits cristaux résultant de la combinaison de l'aldéhyde anisique avec la bromindanone sont des amas d'aiguilles incolores fusibles à 199-201°, tandis que celles qu'il a obtenues avec la même aldéhyde et l'indandione constituent des aiguilles cristallines rouge orangé fusibles à 138-140°.

M. Th. MOUREAUX

Chef du Service magnétique à l'observatoire du Parc Saint-Maur.

DISTRIBUTION DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES EN CORSE AU 1er JANVIER 1896

[538.71:45.9]

— Séance du 9 septembre —

Au début d'un voyage d'exploration magnétique dans le bassin occidental de la Méditerranée, effectué en 1887, nous avions pu observer la déclinaison, l'inclinaison et la composante horizontale en quatre points de la Corse : Ajaccio, Bastia, Bonifacio et Corte. La nécessité d'une étude plus complète ressortait nettement des discordances considérables résultant de ces premières observations; Bastia, notamment, présente une forte anomalie.

Nous avons pu effectuer cette étude au mois d'avril 1894. Après avoir contourné l'île entière, y compris le Cap, dans des conditions matérielles souvent difficiles, nous l'avons traversée d'Ajaccio à Bastia, par le col de Vizzavona. Au cours du voyage, les éléments magnétiques ont été déterminés en vingt-huit stations différentes ; en raison de circonstances atmosphériques défavorables, l'inclinaison seule a pu être observée à Ersa, et la déclinaison manque pour Ponte-Leccia ; les séries sont complètes dans toutes les autres stations.

Les détails des opérations sont insérés dans le tome I des *Annales du Bureau central météorologique* pour 1894 ; nous nous bornerons à donner ici le tableau des valeurs des différents éléments, corrigées de la variation séculaire et ramenées au 1er janvier 1896.

Valeurs des éléments magnétiques en Corse

au 1er janvier 1896 (1).

STATIONS	LONGIT. EST DE PARIS	LATITUDE	D	I	H	Z	T
Ajaccio	6° 23′ 4	41° 54′ 7	11° 25′	58° 28′	0,2307	0,3760	0,4411
Bastia	7° 7′ 0	42° 42′ 2	12° 55′	59° 0′	0,2261	0,3763	0,4390
Bocognano	6° 43′ 2	42° 4′ 8	11° 35′	58° 41′	0,2292	0,3767	0,4410
Bonifacio	6° 49′ 7	41° 23′ 0	11° 21′	57° 50′	0,2343	0,3725	0,4401
Calvi	6° 24′ 9	42° 33′ 7	11° 42′	58° 58′	0,2285	0,3798	0,4432
Canari	6° 58′ 6	42° 51′ 0	11° 56′	58° 46′	0,2289	0,3775	0,4414
Casamozza	7° 6′ 3	42° 31′ 7	11° 12′	58° 44′	0,2296	0,3781	0,4424
Cauro	6° 34′ 7	41° 54′ 9	11° 40′	58° 26′	0,2315	0,3768	0,4422
Cavallo (Cap)	6° 20′ 7	42° 30′ 4	11° 37′	59° 1′	0,2273	0,3785	0,4415
Centuri	7° 2′ 2	42° 57′ 4	11° 9′	58° 54′	0,2294	0,3803	0,4441
Cervione	7° 12′ 0	42° 19′ 1	11° 23′	58° 48′	0,2298	0,3794	0,4436
Corte	6° 48′ 8	42° 18′ 2	11° 44′	58° 36′	0,2301	0,3770	0,4416
Ersa	7° 2′ 8	42° 58′ 5	»	59° 9′	»	»	»
Galeria	6° 18′ 7	42° 24′ 6	11° 49′	59° 3	0,2278	0,3799	0,4429
Ghisonaccia	7° 4′ 1	42° 0′ 8	11° 15′	58° 26′	0,2311	0,3761	0,4415
Ile Rousse	6° 35′ 8	42° 38′ 2	11° 43′	59° 9′	0,2273	0,3805	0,4433
Partinello	6° 20′ 6	42° 18′ 5	11° 43′	58° 53′	0.2293	0,3799	0,4437
Piana	6° 18′ 3	42° 14′ 3	11° 31′	58° 50′	0,2287	0,3781	0,4419
Ponte-Leccia	6° 52′ 2	42° 27′ 7	»	58° 53′	0,2273	0,3766	0,4398
Porto (Ota)	6° 22′ 2	42° 15′ 8	11° 37′	58° 51′	0,2290	0,3789	0,4427
Porto-Vecchio	6° 56′ 7	41° 35′ 5	11° 29′	58° 25′	0,2308	0,3754	0,4407
Saint-Florent	6° 58′ 0	42° 40′ 7	11° 46′	60° 9′	0,2232	0,3889	0,4484
Sanguinaires (Pte des)	6° 16′ 6	41° 53′ 8	12° 23′	58° 59′	0,2277	0,3787	0,4419
Santa-Severa	7° 8′ 3	42° 53′ 0	9° 35′	58° 28′	0,2335	0,3805	0,4465
Sartène	6° 38′ 3	41° 37′ 0	11° 32′	58° 13′	0,2319	0,3743	0,4403
Solenzara	7° 3′ 6	41° 51′ 4	11° 36′	58° 37′	0,2298	0,3767	0,4413
Teghime (Col de)	7° 2′ 8	42° 40′ 6	12° 2′	58° 47′	0,2321	0,3830	0,4478
Vizzavona (Col de)	6° 46′ 7	42° 6′ 7	11° 44′	58° 26′	0.2302	0,3747	0,4397

La distribution des éléments magnétiques est très irrégulière en Corse.

Déclinaison. — Toute la partie occidentale et méridionale, c'est-à-dire environ les deux tiers de la surface de l'île, appartient au terrain primitif;

(1) **D** : déclinaison ; **I** : inclinaison ; **H** : composante horizontale ; **Z** : composante verticale **T** : force totale.

la chaîne principale de montagnes, qui court sensiblement du nord au sud, est formée de roches éruptives, dont l'influence directe sur l'aiguille aimantée peut suffire à expliquer les nombreuses anomalies observées. Cette chaîne paraît être le siège d'un maximum de déclinaison ; les observations de Corte et du col de Vizzavona donnent de plus grandes déclinaisons que presque toutes celles de la côte occidentale qui sont nombreuses; pourtant à la Pointe des Iles Sanguinaires, près de la Tour de la Parata, la déclinaison est de 58′ plus élevée qu'à Ajaccio, bien que la distance entre les deux stations soit seulement de 10 kilomètres : le sol, à la Pointe, est constitué par une diorite à grains fins, dont l'action sur l'aiguille aimantée est très sensible.

Le Cap Corse présente une physionomie spéciale. Tandis que la déclinaison, au 1er janvier 1896, est seulement de 11° 46′ à Saint-Florent, à la base occidentale du Cap, elle atteint 12°55′ à Bastia, soit une différence de 1° 9′ pour une distance rectiligne de 13 kilomètres. Dans l'intervalle, au col de Teghime, nous avons trouvé 12° 2′ ; la déclinaison, à la base du Cap Corse, croît donc très rapidement *de l'ouest à l'est*. Sur la côte orientale, cet élément est d'ailleurs excessivement variable ; au sud et au nord de Bastia, la déclinaison est plus faible que dans cette ville (Casamozza 11° 12′, Santa-Severa 9° 35′). Bastia est, de toutes nos stations en Corse, celle qui présente le chiffre le plus élevé ; il est vrai que les observations correspondent à un état magnétique troublé, mais si l'on ramène au 1er janvier 1896 notre première observation du 25 avril 1887, faite au même point, en rase campagne, sur la colline qui domine la ville au nord, on obtient une déclinaison plus grande encore : le maximum anormal de Bastia n'est donc pas douteux.

Inclinaison. — Les nombres qui représentent l'inclinaison sont également discordants. D'une manière générale, l'isocline de 59° longerait la côte occidentale depuis les Iles Sanguinaires jusqu'au golfe de Porto ; là, elle s'infléchirait vers Bastia par Ponte-Leccia, pour revenir un peu au large de la côte occidentale du Cap. Dans la région de Calvi et de l'Ile Rousse, l'inclinaison est supérieure à 59° ; elle atteint même un maximum anormal de 60° 9′ à Saint-Florent. Dans la région montagneuse centrale, cet élément est plus faible que sur les côtes est et ouest, à la même latitude. Le minimum absolu, 57° 50′, a été relevé à Bonifacio, en terrain calcaire ; ce nombre ne diffère pas sensiblement de la valeur théorique de l'inclinaison en ce point.

Composante horizontale. — La composante horizontale est plus faible au nord-ouest qu'au sud-est de l'île. Une ligne qui, partant d'Ajaccio, se dirigerait au nord-est vers Casamozza et la Pointe du Cap, correspondrait

à peu près à l'isodynamique 0,230 ; on voit combien la direction de cette ligne s'écarte de l'orientation théorique des isodynamiques dans cette partie de l'Europe. Aux Iles Sanguinaires, à Bastia, où la déclinaison est nettement en excès, la composante horizontale est faible, et réciproquement, Santa-Severa (Cap), où se trouve le minimum de déclinaison observée, a une composante horizontale extrêmement élevée, presque aussi grande que Bonifacio. Le minimum absolu de cet élément, 0,2232, a été relevé à Saint-Florent, dans un terrain calcaire, au point d'inclinaison maximum, mais où la déclinaison ne présente rien de particulièrement anormal.

La divergence des résultats observés ne rend guère possible, en Corse, le tracé des lignes isomagnétiques vraies, telles qu'elles résulteraient des observations consignées dans le tableau précédent.

M. V. RAULIN

Professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Bordeaux, à Montfaucon d'Argonne (Meuse).

SUR LES OBSERVATIONS PLUVIOMÉTRIQUES FAITES EN CORSE DE 1855 A 1899 [551.57:45.9]

— Séance du 9 septembre —

Le bassin occidental de la Méditerranée renferme quatre îles ou groupes d'îles : la Corse avec l'île d'Elbe, la Sardaigne, la Sicile avec les îles Lipari, dans l'est au voisinage de l'Italie ; Mallorea avec les autres Baléares, dans l'ouest, au voisinage de l'Espagne.

Ces îles sont dans des conditions climatologiques assez semblables à celles des côtes de la Méditerranée, tant au nord, en Italie, en France et en Espagne, qu'au sud, dans la Tunisie, l'Algérie et le Maroc.

La pluie étant, sans contredit, l'un des éléments importants du climat, des observations sont faites actuellement dans toutes ces îles.

En Corse, un pluviomètre a été installé dès 1855 à la citadelle d'Ajaccio par le service des Ponts et Chaussées. Une dizaine d'années plus tard en 1864, des observations météorologiques ont été commencées à l'Hôpital militaire de Bastia ; puis, en 1874, à celui d'Ajaccio, sur les ordres du ministre de la Guerre ; la même année il en avait été commencé à l'École normale d'Ajaccio, sur l'ordre du ministre de l'Instruction publique. Dès 1866, la Direction du port de Bastia y avait fait établir un pluviomètre.

Le Service des phares en installa un aux îles Sanguinaires dès 1879, à Giraglia (cap Corse), et au mont Pertusato, près Bonifacio, dès 1882.

Il en fut alors placé dans les autres chefs-lieux d'arrondissement, Calvi, Corte et Sartene, mais les observations cessèrent une ou deux années après.

Enfin, en 1895, la Commission météorologique établit une quinzaine de nouvelles stations dont quelques-unes ont cependant été abandonnées. Ces stations sont, pour plus de moitié, sur les côtes occidentales ; les autres, dans l'intérieur, à des altitudes plus ou moins fortes, jusqu'à 1000 mètres, fournissent déjà des données sur ce qui s'y passe.

Ces observations ont été publiées d'abord par moi-même, en 1876, jusqu'en 1870, dans mes *Observations pluviométriques de la France méridionale ;* en 1896, jusqu'en 1880, dans mes *Observations pluviométriques de la France*, puis dans le *Bulletin météorologique de Belgrand* de 1872 à 1876, et dans les *Annales du Bureau central météorologique de France* depuis 1877.

D'après la durée des observations, il y a lieu d'établir trois catégories :

La première comprend les stations où les observations ont été commencées avant 1881, Bastia et Ajaccio ; les moyennes sont les suivantes :

	STATIONS	ALTITUDE	ANNÉES	ANNÉE	HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE
1	Bastia (H. M.)	21	1864-33 (11)	783,2	283,1	183,0	73,8	243,3
2	— (N. P.)	5	1866-99 (32)	677,0	216,9	152,2	65,8	244,1
3	Ajaccio (P. Ch.)	8	1855-80 (25[s])	556,2	170,6	131,0	37,8	216,8
4	— (H. M.)	?	1874-80 (6[s])	665,8	162,1	237,9	35,8	230,0
5	— (E. N.)	18	1874-99 (20)	652,8	204,5	169,3	53,9	225,1

	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	RÉGIME
1	132,8	54,9	68,6	68,1	46,3	36,8	12,8	24,2	67,9	114,2	61,2	95,4	IV
2	85,3	48,0	53,3	6,6	42,3	31,8	13,7	20,3	42,5	100,5	101,1	83,6	IV
3	59,4	42,0	51,3	41,2	38,5	22,7	3,4	11,7	35,5	89,3	102,0	69,2	IV
4	51,1	55,7	63,1	111,6	63,3	22,3	3,0	11,5	39,1	89,1	101,8	55,3	VI
5	78,9	54,0	66,4	68,9	34,0	24,4	3,2	26,3	27,7	85,0	112,4	71,6	V

La deuxième catégorie comprend les observations faites de 1880 à 1900 dans les cinq stations de Bastia, la Giraglia, les îles Sanguinaires, Ajaccio

et le mont Pertusato. Ces deux catégories donnent des moyennes qu'on peut considérer comme définitives et normales.

La troisième comprend toutes les stations où des observations ont été faites pendant la période sexennale 1895-1900, les moyennes consignées dans le tableau ne peuvent être que provisoires, donnant de simples indications.

Le tableau placé à la fin donne la moyenne de ces deux dernières catégories.

Pour les deux premières catégories, les *quantités annuelles* des cinq séries, faites sur les côtes ou à de faibles altitudes, varient de 600 à 800 millimètres ; la moyenne des Ponts et Chaussées à Ajaccio est un peu moins grande ; celle des Iles Sanguinaires et du mont Pertusato le sont moins encore, ce qui tient probablement à l'élévation et à l'isolement de ces phares et à la force des vents autour d'eux.

A une même station, la différence entre les années, la plus sèche et la plus pluvieuse, varie du simple au double et même davantage, ainsi :

Bastia :	Ajaccio :
1880 — 341,1 : 1898 + 890,0	1874 — 356, 0 : 1859 + 877,8.

L'année est divisée en trois parties ; quatre mois pluvieux, octobre à janvier, cinq mois moins pluvieux et trois mois très secs, juin à août. Les moyennes sont les suivantes :

BASTIA.

677,0	entre les 12 mois donnent par mois	56,4
370,5	entre les 4 mois pluvieux donnent par mois	92,6
240,7	entre les 5 mois moins pluvieux donnent par mois.	48,1
65,8	entre les 3 mois très secs donnent par mois	21,9

AJACCIO.

556,2	entre les 12 mois donnent par mois	46,3
260,5	entre les 4 mois pluvieux donnent par mois. . . .	65,1
236,3	entre les 5 mois moins pluvieux donnent par mois.	47,3
59,4	entre les 3 mois très secs donnent par mois. . . .	19,8

Quant à la *répartition saisonnale*, elle ne varie pas ; c'est le régime marin méditerranéen IV, à sécheresse d'été et à pluviosité abondante d'automne ; les deux séries des hôpitaux militaires de Bastia et d'Ajaccio indiquent une prépondérance des pluies d'hiver, mais elles sont courtes et n'ont peut-être pas été faites avec le même soin que les autres.

Pour la troisième catégorie, il y a une vingtaine de stations pouvant donner des moyennes : celles des côtes, au nombre de onze, toutes occidentales, sauf Bastia et Cassabianda, donnent des quantités annuelles peu fortes, de 630 à 750 millimètres, rarement au-dessus, comme Porto 827,3 et Alistro-Cassabianda 886,4, ou au-dessous comme Punta-Revellata 469,2, les Iles Sanguinaires 520,4, et Propriano, 557,6.

Quant à la *répartition saisonnale*, c'est le plus souvent le régime IV ordinaire précité. A Saint-Florent il se produit une modification, la sécheresse ayant lieu au printemps, précédé par une pluviosité extrême d'hiver. Dans quatre stations, Punta-Revellata, Porto, Liamone et mont Pertusato, les pluies de printemps et d'automne l'emportent sur les autres et il se produit le régime mixte III, en partie inverse, à pluies abondantes pendant ces deux saisons. A Alistro et à Cassabianda, à l'embouchure du Tavigliano, sur le milieu de la côte orientale, la pluie de printemps étant prédominante et celle d'automne plus faible, il en résulte le régime VI un peu différent.

Les stations de l'intérieur, au nombre de huit, sont situées sur les versants occidentaux des montagnes, à l'exception de celles de Corte et de Calacuccia, qui sont sur le versant oriental.

Les *quantités annuelles* jusqu'à 450 mètres d'altitude ne sont guère plus grandes que celles des stations côtières ; cependant, à Guagno-les-Bains, la moyenne est presque double par suite probablement de conditions topographiques spéciales. Dans deux stations à 750 mètres et à 850 mètres, les moyennes atteignent 1200 millimètres ; à 990 mètres à Vizzavona, elle s'élève à 1569,9, tandis que pour les mêmes années elles sont de 623,9 à Bastia et de 600 à Ajaccio.

Quant à la *répartition saisonnale*, la sécheresse d'été se montre partout, excepté à Saint-Florent où elle est remplacée par celle de printemps ; mais la plus grande pluviosité aurait lieu bien plus souvent en hiver qu'en automne. A la station la plus élevée Vizzavona, la pluviosité du printemps vient s'ajouter à celle d'automne, comme sur quelques points de la côte occidentale ; il en résulte alors le régime mixte III, aussi nettement accusé que sur la côte.

Telle est la répartition saisonnale des pluies en Corse, pendant la dernière période quinquennale, d'après les observations faites dans une vingtaine de stations ; mais il est possible qu'une autre, analogue à celle qui est donnée par les grandes séries, se produise par la suite en 1905 ou 1910, lorsque les séries auront une durée de dix ou quinze années, et aussi que l'on trouve définitivement partout le régime normal de la Méditerranée occidentale à sécheresse d'été et à pluviosité d'automne, les quantités annuelles variant et devenant d'autant plus grandes que l'altitude des stations devient elle-même de plus en plus grande.

STATIONS	ALTITUDE	ANNÉES	ANNÉE	HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	RÉGIME
Séries vicésimales 1881-1900.																				
Bastia (N. P.)	5	1881-99 (17[4],)	699,7	209,0	162,4	75,3	253,0	74,4	46,4	53,4	67,6	41,4	38,5	13,0	23,8	40,9	108,3	103,8	88,2	IV
La Giraglia	79	1882-99 (18)	647,2	215,6	170,3	58,4	202,9	79,3	46,2	65,5	64,3	40,5	27,2	11,1	20,1	50,4	83,3	69,2	90,1	IV
Iles Sanguinaires . .	60	1879-98 (19,[4])	470,8	140,4	118,9	39,4	172,1	56,6	34,1	37,7	49,9	31,3	18,8	6,3	14,3	28,4	64,4	79,3	49,7	IV
Ajaccio (E. N.). . . .	8	1881-99 (14)	666,1	229,2	147,3	56,5	233,1	90,2	64,4	57,9	57,7	31,7	20,2	7,7	28,6	23,3	87,3	122,5	74,6	IV
Cap Pertusato. . . .	110	1882-99 (18)	528,3	162,4	132,1	44,6	189,2	46,7	45,1	43,1	56,2	32,8	25,2	3,9	15,5	22,8	72,1	94,3	70,6	IV
Séries sexennales 1895-1900.																				
Bastia	14	1896-99 (4)	690,0	201,9	164,4	96,7	227,0	58,2	53,5	79,0	62,2	23,2	31,5	31,0	34,2	28,0	107,2	91,8	90,2	IV
La Giraglia	79	1895-99 (5)	662,6	222,8	128,6	86.6	224,6	85,0	32,2	34,2	56,8	37,6	44,0	20,8	21,8	32,0	124,4	68,2	105,6	IV
Cap Corse.	111	1895-99 (3)	754,9	226,3	183,3	59,3	286,0	77,0	53,3	73,0	63,3	47,0	45,7	4,3	9,3	37,3	182,7	66,0	96,0	IV
Saint-Florent	2	1896-99 (4)	655,9	229,2	103,7	111,5	211,5	78,3	37,7	42,7	23,5	38,0	42,0	20,5	49,0	30,8	66,5	114,2	113,2	IV
Punta-Revellata . . .	72	1897-99 (3)	469,2	102,1	125,4	53,4	188,7	19,3	38,3	50,0	52,3	22,7	31,0	10,7	11,7	60,3	82,7	45,7	44,5	III
Porto.	38	1897-99 (3)	827,3	218,7	244,8	63,7	300,1	56,7	53,0	93,0	97,8	54,0	29,7	17,0	17,0	49,5	155,9	95,3	107,0	III
Liamone	4	1897-99 (3)	765,8	184,3	200,3	65,7	207,7	54,3	42,3	82,0	72,0	46,3	23,7	7,0	35,0	49,7	69,3	88,7	87,7	III
Iles Sanguinaires . .	60	1895-98 (4)	520,4	157,7	102,0	59,0	201,7	69,0	34,2	41,2	37,0	23,8	34,5	3,0	21,5	17,0	81,2	103,5	54,5	IV
Ajaccio (C. M.). . . .	4	1895-1900 (5,[9])	697,7	217,1	162,1	77,4	241,1	80,7	50,7	63,6	62,5	36,0	37,5	13,8	26,6	29,3	86,9	124,9	85,7	IV
Propriano.	6	1895-99 (5)	557,6	187,2	123,2	50,0	197,2	54,6	50,0	59,2	37,4	26,6	22,8	3,0	24,2	18,4	89,8	89,0	82,6	IV
Cap Pertusato (Sem.).	110	1894-99 (4,[5])	602,0	157,0	165,6	30,6	248,8	28,9	42,8	102,0	41,4	22,2	24,6	4,5	4,5	10,0	100,4	138,4	86,2	III
Murato		1896-98 (2)	678,2	258,0	104,8	60,7	255,5	61,5	94,5	28,5	37,0	38,5	19,0	19,2	22,5	29,0	68,5	158,0	102,0	IV
Belgodere.	310	1895-99 (1,[6])	512,5	113,0	113,0	92,5	194,0	35,0	31,0	49,0	42,0	22,0	42,0	28,5	22,0	0,0	90,0	104.0	47,0	IV
Vico	420	1896-1900 (5)	890,0	341,1	334,3	144,8	369,8	102,3	95,5	103,2	131,7	99,4	68,3	38,0	38,5	53,2	138,4	168,7	143,3	IV
Guagno-les-Bains . .	436	1895-99 (3,[1])	1543,9	422,8	367,3	162,7	391,1	73,0	112,8	130,0	120,0	109,3	73,0	14,7	75,0	46,3	144,0	203,8	237,0	IV
Corte.	440	1881-99 (4,[9])	752,6	270,3	194,2	96,4	231,7	96,0	73,6	76,2	59,2	58,3	59,5	17,3	19,6	44,0	68,9	189,0	100,7	IV
Calacuccia	850	1896-1900 (4,[2])	1213,4	398,9	297,3	158,1	359,1	139,9	100,0	89,3	113,0	95,0	60,1	55,0	43,0	56,2	111,6	191,3	159,0	IV
Vizzavona	990	1895-1900 (4,[6])	1569,9	367,4	431,4	217,3	553,8	85,4	47,8	167,2	120,8	143,4	111,8	45,2	60,3	77,2	177,4	299,2	234,2	III
Pineta	743	1895-1900 (5,[8])	1198,3	377,0	349,0	177,9	294,4	103,0	90,5	111,7	117,4	119,9	79,6	51,9	46,4	58,0	94,1	142,3	183,5	IV

M. Ch.-V. ZENGER

Membre de l'Académie des Sciences de l'empereur François-Joseph Ier, à Prague.

LES TREMBLEMENTS DE TERRE ET L'ACTION PÉRIODIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ D'ORIGINE COSMIQUE

[551.22:537.4]

— Séance du 10 septembre —

Il y a longtemps que M. Suess, le géologue éminent de Vienne a publié un catalogue des plus grands mouvements sismiques en Italie méridionale depuis 1319 à 1873.

En comparant les dates de ces grands événements sismiques avec les dates de la période solaire et des passages des essaims périodiques d'étoiles filantes pendant l'année terrestre, j'ai trouvé une coïncidence complète de ces dates avec les jours de plus forts tremblements de terre de plus de cinq siècles et demi.

Les tables suivantes mettent ce fait étonnant en évidence, et montrent que tout progrès en sismologie dépend de l'étude approfondie des observations de sismes à longue échéance et non des simples statistiques de microsismes de peu d'années.

La première table met en évidence que les grands cataclysmes sismiques en Italie méridionale se sont produits aux jours de la période solaire de 12,6 jours, sensiblement, et aux jours du passage des essaims périodiques d'étoiles filantes pendant l'année terrestre, donc périodiquement.

La seconde et la troisième table établissent l'influence de la période décennale d'activité solaire, comme la troisième cause cosmique de ces catastrophes épouvantables de tremblements de terre suivies d'éruptions volcaniques. Cette périodicité de grands sismes terrestres bien établie nous conduira sans doute à bien comprendre la cause véritable de macro et microsismes.

TABLE DES GRANDS TREMBLEMENTS DE TERRE EN ITALIE MÉRIDIONALE, DE 1319 A 1873, DE M. SUESS

JANVIER

	☉1. 1.	♂.2	3	7	11	☉2 14	♂.17	22	25 ☉3.25	♂29.
1831 :		2.								
1639 :				9.						
1826 :				9.						
1842 :							19.—22.			
1873 :							19.			
1780 :										28.
1831 :										28.

FÉVRIER

	♂.29/1.	♂.5—10.	☉4.8		♂.15, 15.	☉5 20	♂.20	20.	23—25.	1/3.
1783 :		5.— 7.								
1826 :	1.									
1827 :				11.						
1831 :				10.						
1854 :					12.					
1739 :					13.					
1781 :					13.					
1832 :						16.				
1844 :						15.				
1724 :							18.			
1818 :								20.—25.		
1624 :								22.		
1826 :										28.

MARS

	♂1.	4. ☉6.5			♂17.	18. ☉7.18		♂24.	27.	28.	☉8.31
1808 :		4.									
1823 :											
1786 :				9.							
1832 :			8.								
1780 :					13.—18.						
1835 :								24.			
1842 :								24.			
1663 :									27.		
1783 :									26.		
1823 :									26.		
1846 :										28.	

AVRIL

| | | |

AOUT

1626 : ♂30/7. ☉18.3 ☿4. 4.—10. 10. 14.—16, ☉18.16. ♂22. 25. ☉19.28. 30.
1827 : 14.
1851 : 14.
1559 : 27.
1631 : 25.
1319 : 27.
1826 : 31.

SEPTEMBRE

1349 . ☿4.—20. 5.—15. 10, ☉20.10 ♂15. 21. 22, ☉21.23 ♂27. 9.
1720 : 12.
1780 : 14.

OCTOBRE

1821 : ♂2. 4, 4, ☉23.5 ☿8. 8.—14. 14. 18, ☉24.18, ♂20. ☿29, ☉25.30 6.
1846 : 4. —5.
1870 : 4.
1835 : 12.

NOVEMBRE

1662 : ♂1. 2. 7. 10.—12, ☉26.12 ☿14.—16. 16.—28. 20.—23. 23.—24. 25, ☉27.25, ☿25.—28. 30. 6.
1827 : 11.
1825 : 15.
1807 : 18.
1822 : 22.

DÉCEMBRE

1790 : ☿4. 6, ☉28.7 ☿8. 8.—12. 12. ☉29.20 ☿22. 25. 3.
1812 : 12.
1857 : 6.
1835 : 25.
1842 : 25.

Les grands sismes en Italie méridionale pendant cinq siècles et demi se sont produits aux jours déterminés de l'année terrestre marqués par l'induction électrique *maxima* aux vingt-neuf jours de période solaire, et par les jours de passage des essaims périodiques d'étoiles filantes et de bolides; car les étoiles filantes et les bolides en entrant dans l'atmosphère terrestre y arrivent de l'espace avec un potentiel électrique énormément différent de celui de la terre et produisent une induction puissante en approchant de l'atmosphère, et plus tard, des décharges d'électricité cosmique dans les couches supérieures surviennent, qui sont la véritable cause de la splendeur de lumière et de leur haute température superficielle, qui ne suffit pas pour fondre l'intérieur des sidérites et des holosidérites.

J'ai montré que les décharges électriques produisent des mouvements tourbillonnaires dans les moyens par lesquels les décharges se sont produites, ce sont donc des mouvements cyclonaux dans l'atmosphère terrestre qui vont se produire au fur et à mesure de ces décharges plus ou moins puissantes d'électricité d'origine cosmique. Plus les perturbations au soleil sont puissantes, plus grand est le nombre des corpuscules pénétrant dans l'atmosphère et plus grande est leur différence de potentiel électrique; plus fort devient le mouvement cyclonal et plus profonde devient la pénétration dans notre atmosphère et même dans les océans et à l'intérieur fluide du globe. Il se forme des cyclones dans les eaux des océans, dans les eaux souterraines et dans les gaz, l'eau bouillante et les couches ignées fluides de l'intérieur du globe, dont les chocs contre la couche superficielle du globe à leur intérieur rougeuse crevassent cette couche en l'ébranlant fortement.

C'est ainsi que se produisent les tremblements de terre, les crevasses plus ou moins larges et profondes, et les gaz comprimés à l'intérieur font sortir l'eau bouillante, de la boue, et enfin font écouler les laves en produisant ainsi les éruptions volcaniques.

C'est pourquoi les tremblements de terre sont souvent suivis par les éruptions volcaniques et les précèdent.

La période d'activité solaire un peu variable, étant de 10,6 ans en moyenne, doit aussi se manifester pour les jours de grands sismes, comme on voit dans la table II :

	Jours de l'année.	Différences.	
	—	—	
Avril 17, 1731, ♃ 18, 18-22, 19.	107	107 — 2 = 105	12,6 × 8 = 100,8
Janvier 2, 1831, ☉$_1$.1, ♃ 2, 3.	2	237 — 107 = 130	12,6 × 9 = 126,0
Août 25, 1631, ♃ 25.	237	237 — 2 = 235	12,6 × 19 = 239,4

On voit que les différences des jours sont sensiblement des multiples

de la période solaire de 12,6 jours, dont 29 font exactement l'année terrestre.

		Jours de l'année.	Différences.
Février 5-7, 1783, ☌ février 5-10.		36	86 — 36 = 50 $12,6 \times 4 = 50,4 - 0,4$
Mars 27, 1683, ☌ mars 27, 28.		86	98 — 86 = 12 $12,6 \times 1 = 12,6 - 0,6$
Avril 8, 1783, ☌ avril 6, 10.		98	145 — 98 = 47 $12,6 \times 4 = 50,4 - 3,4$
Mai 25, 1783, ☌ mai 20, 21, 29, 30.		145	154 — 145 = 9 $12,6 \times 1 = 12,6 - 3,6$
Juin 3, 1783, ☉ juin 1, ☌ 2-17.		154	154 — 36 = 118 $12,6 \times 9 = 113,4 + 4,6$

DIFFÉRENCE MOYENNE : $-\frac{3,4}{5}$

$\Delta = -0,68.$

La différence moyenne n'est donc que $\Delta = -0,68$ jours.

Les grands sismes se répètent sensiblement après 10, 100 et 200 années.

TABLE III

Périodicité décennale des tremblements de terre.

1720 : le 12/9 (*).
1780 : le 25/1, 13-18/3, 8-9/4 (*), 17/5, 14/9 (*).
1790 : le 12/12.
1870 : le 4/10 (*).

1662 : le 6 11 (*).
1812 : le 2/5, 3/12 (*).
1822 : le 6-10/4, 22/11 (*).
1832 : le 16/2, 8/3 (*).
1842 : le 19-22/1, 24/3 (*), 25/12 (*).

1654 : le 13/7.
1844 : le 15/2 (*).
1854 : le 12/2 (*).

1626 : le 22/2 (*).
1786 : le 9/3 (*).
1826 : le 9/1, 1/2, 28/2 (*), 31/8.
1836 : le 24/4.
1846 : le 28/3 (*), 4-5/10.

1808 : le 3/3 (*).
1818 : le 20-25/2.
1631 : le 25/8.
1781 : le 13/2 (*), 17/4, 25/4, 4/5.

1821 : le 6/10.
1831 : le 2/1, 28/1, 10/2 (*).

1683 : le 27/3 (*).
1783 : le 5-7/2, 26/3 (*), 3/6.
1823 : le 5/3 (*), 26/3 (*).
1843 : le 13/6 (*).
1873 : le 19/1.

1625 : le 30/7.
1825 : le 24/3, 12/10, 25/12.
1845 : le 3/5, 18/6.

1767 : le 14/7 (*).
1807 : le 18/11 (*).
1817 : le 16/4 (*).
1827 : le 11/2. 21-29/6, 5/7 (*), 14/8, 11/11 (*).
1837 : le 12/4 (*).
1857 : le 16/12 (*).

1319 : le 27/8 (*).
1349 : le 9/9 (*).
1549 : le 27/8 (*).
1609 : le 20/7.
1639 : le 9/1.
1739 : le 8/2, 7/5.

(*) Les astérisques aux dates désignent la coïncidence à peu près absolue après une dizaine d'années, et au même mois. Ces coïncidences nombreuses ne peuvent être accidentelles, et prouvent les liens étroits entre l'activité solaire et les tremblements de terre en période courte de 12,6 jours, et longue de dix années sensiblement.

M. Edmond MAILLET

Ingénieur des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'École Polytechnique, à Bourg-la-Reine.

SUR LA PRÉVISION DES CRUES DE LA MARNE A CHAUMONT A L'AIDE DES HAUTEURS DE PLUIE

[551-57]

— *Séance du 10 septembre* —

Comme nous l'avons déjà fait pour le Grand-Morin (1), nous avons cherché à établir pour la Marne supérieure un moyen de prévoir les crues à Chaumont à l'aide des hauteurs de pluie à Langres (hospice) et Chaumont. Nous avons étudié dans ce but les crues de cette rivière depuis vingt ans, en utilisant surtout les renseignements des résumés annuels publiés par le service hydrométrique du bassin de la Seine. Les résultats essentiels de notre étude, qui n'est d'ailleurs pas terminée, sont analogues à ceux que nous avons obtenus pour le Grand-Morin.

1° Le nombre de millimètres de pluie consécutive, en quelques jours, à Langres, nécessaires pour produire la saturation, est très sensiblement le même qu'à Coulommiers. En été, 80 à 100 millimètres suffisent en quinze jours pour amener la saturation ; celle-ci est souvent complète en toute saison quand la cote $0^m,20$ est réalisée à Chaumont ou qu'il s'y est produit une montée de 20 centimètres.

L'évaporation est la même que pour le bassin du Grand-Morin (en été 3, 4 ou 5 millimètres par jour pour une température moyenne d'au moins 15 degrés).

2° Quand il y a saturation, une pluie de 30 à 40 millimètres en deux jours à Langres donne au moins $1^m,20$ à Chaumont. Ce chiffre doit être légèrement modifié en plus ou en moins si la cote initiale, la veille du premier jour à Chaumont, diffère en plus ou en moins de $0^m,20$; 20 millimètres en un jour à Langres permettent de craindre une cote de 1 mètre au moins.

A titre de contrôle, on pourra admettre que les mêmes totaux de pluie à Chaumont permettent de craindre les mêmes crues. Mais les cotes prévues pourront être légèrement réduites si le total des pluies est faible à l'une des deux stations.

(1) Voir *Annuaire de la Soc. météor. de France*, avril 1901. Le mémoire complet a paru en novembre.

Une chute de pluie de 70 millimètres en deux jours peut faire craindre une crue de $1^m,50$ si la cote initiale est d'au moins $0^m,20$. Les fortes crues sont celles dont la prévision est la plus sûre.

Il conviendra, bien entendu, dans la détermination de la cote, de tenir compte des circonstances météorologiques précédentes (sécheresses, cotes initiales basses ou élevées, neiges ou glaces, gelées, etc.) et de la durée réelle de la pluie en heures. Les périodes de gelées sérieuses sont encore suivies en général d'une crue. Les crues d'été importantes sont rares; mais il y en a fréquemment de petites, sauf dans les années sèches où la saturation disparaît pendant la saison chaude.

Nous conclurons encore que des observations du soir seraient nécessaires pour la pluie au moment des crues. De plus, la perméabilité du bassin de la Marne supérieure étant la même que celle du bassin du Grand-Morin, la différence du régime des cours d'eau résulte exclusivement de la différence du régime des pluies (632 millimètres en moyenne à Coulommiers et 844 à Langres). Les pluies étant plus abondantes à Langres, de petites crues d'été s'y produisent assez souvent et la saturation est réalisée de bien meilleure heure ou plus souvent dans le bassin de la Marne supérieure que dans celui du Grand-Morin (1).

M. l'Abbé RACLOT

Directeur de l'Observatoire météorologique de Langres.

ROLE DES VENTS SUR LE PLATEAU DE LANGRES [551.51 : 44.33]

— Séance du 11 septembre —

La circulation atmosphérique est très active sur le plateau de Langres, dont l'altitude varie de 400 à 500 mètres. Elle atteint une vitesse moyenne de 13 à 16 kilomètres à l'heure et maxima de 70 à 80.

En raison de cette activité, la température et l'humidité du plateau sont fréquemment et profondément modifiées par les changements de direction des courants aériens. Ces courants se divisent, au point de vue de leur

(1) D'après la notice explicative de la carte géologique du département de la Haute-Marne (E. Royer et J. Barotte, Paris, 1865), les terrains dits imperméables de la région de Langres présentent une couche superficielle calcaire liasique perméable de 3 à 6 mètres d'épaisseur en général (8 à 10 mètres à Langres même). Consulter également une note sur « le climat du plateau de Langres », Mémoire de l'Association française, Congrès de Boulogne, 1899.

température en deux classes qui se subdivisent elles-mêmes en deux autres, au point de vue de leur humidité : les équatoriaux et les polaires, qui sont, d'autre part, marins ou continentaux. Les équatoriaux réchauffent ordinairement le plateau : ce sont les rhumbs d'est-sud-est à ouest par le sud ; les polaires le refroidissent : ce sont les vents d'ouest-nord-ouest à est par le nord. Les uns et les autres sont marins, quand ils soufflent de la mer ou des régions occidentales, et continentaux, s'ils viennent du continent ou des contrées orientales. Voyons quelles modifications thermiques et hygrométriques produisent à Langres, soit en hiver, soit en été, sous les régimes alternatifs de surpression et de dépression, les variations de la girouette.

I

Température.

1° COURANTS ÉQUATORIAUX

1° Saison d'hiver. — Parmi les huit courants aériens rangés sous le nom d'équatoriaux et dont le centre est le sud, il faut distinguer les marins des continentaux. Les premiers, qui s'étendent sur la rive gauche du sud, restent tièdes jusqu'à l'ouest inclusivement sous le régime de surpression, en perdant toutefois de leur chaleur par leur éloignement du centre. Mais au passage d'une dépression ils se refroidissent rapidement en se rapprochant de l'ouest, se chargeant même parfois de neige avant d'arriver à cette direction. Il peut cependant survenir en temps de pluie une hausse de température accompagnant la rotation directe du vent de sud à ouest. Cette exception se produit par l'arrêt d'une dépression sur les côtes nord-ouest ou nord de la France. Mais si le baromètre baisse par rotation rétrograde d'un vent du nord à ouest et sud-ouest, ce vent pourra se rapprocher du sud jusqu'à sud-sud-ouest sans s'échauffer assez pour amener le dégel ; il fera seulement provision de neige, puis retournera vers le nord pour y perdre le peu de chaleur qu'il avait recueilli dans son évolution.

Quant aux vents continentaux qui soufflent sur la rive droite du sud, le plus équatorial et le plus chaud, ils participent à sa chaleur s'ils sont cycloniques. Transitoires et prodromes du dégel, ils ne tardent pas dans ce cas à passer au sud, sinon même au sud-ouest et à se fixer dans ces directions. Si au contraire ils sont anticycloniques, signes précurseurs d'une rotation rétrograde du sud au nord-est, ils produisent un lent refroidissement et la gelée souvent avec givre, dès qu'ils atteignent le sud-est.

En résumé, sur les huit courants équatoriaux, deux marins et deux continentaux, les deux plus éloignés du centre, peuvent devenir ou rester

froids l'hiver sous l'influence d'un cyclone pour les uns et d'un anticyclone pour les autres.

2° *Saison d'été*. — Les modifications thermiques dues aux équatoriaux sont différentes dans la belle saison. Comme l'hiver le sud est le plus chaud. Le courant reste chaud en dérivant à droite, même jusqu'à l'est-sud-est, tandis qu'en s'inclinant sur la gauche de sud à ouest, il devient moins brûlant par le beau et même frais en temps de pluie. Les vents restent donc chauds de sud à est, à droite de leur centre, parce qu'ils sont continentaux, et ils se refroidissent à gauche, de sud à ouest, parce qu'ils sont marins, contrairement à ce qu'on constate souvent l'hiver.

2° COURANTS POLAIRES

1° *Saison d'hiver*. — Les courants polaires sont d'autant plus froids que leur trajectoire se rapproche davantage à la fois du pôle et du continent. A ce double titre le vent nord-est est le plus froid et, pour les deux raisons contraires, l'ouest-nord-ouest le plus bénin. L'est, quoique à égale distance du pôle et de l'équateur, emprunte à sa nature essentiellement continentale un caractère glacial qui agit par influence de voisinage sur l'est-sud-est et le sud-est, en le faisant justement ranger, dans la mauvaise saison, parmi les courants polaires, puisqu'il est alors aussi froid que le nord et plus que le nord-ouest.

Sous le régime de surpression, le quadrant d'ouest-nord-ouest à nord n'amène que des froids modérés, qui ne deviennent plus sensibles qu'avec la rotation directe de nord à est ou par la substitution des vents continentaux aux polaires. Sous celui de dépression, tous ces marins polaires subissent un refroidissement et leurs voisins continentaux accentuent la rigueur de leur température, sinon dans les vallées, du moins sur les sommets.

2° *Saison d'été*. — Dans la saison d'été, tous les polaires sont d'autant plus frais qu'ils avoisinent davantage le pôle et les mers. Leur centre n'est donc plus le nord-est, mais le nord, de sorte que l'est, subissant le réchauffement du continent, devient alors aussi chaud qu'il était froid l'hiver. Au printemps, soumis si fréquemment au régime de dépression, les marins-polaires sont les plus dangereux ; en refroidissant brusquement l'atmosphère dont ils chassent les nuages, ils provoquent ces rayonnements nocturnes qui désagrègent les tissus des jeunes plantes et détruisent en une heure les plus belles espérances.

II

Humidité.

Si nous considérons maintenant les relations des vents avec l'état hygrométrique, nous constaterons également des variations corrélatives de la pression et des saisons.

1° L'hiver. — En hiver, les vents les plus humides, quelle que soit la pression, sont ceux de sud à ouest. Ils saturent fréquemment l'atmosphère pendant plusieurs jours en produisant conséquemment des pluies ou du moins des brouillards persistants. Doivent être rangés ensuite par ordre de décroissance hygrométrique les vents d'ouest-nord-ouest à est en rotation directe, c'est-à-dire par le nord. Dans le dernier quadrant d'est-sud-est à sud, l'humidité augmente et atteint souvent le degré de saturation sous le régime cyclonique ; mais elle reste faible ou ne produit que quelques brouillards de givre en temps de surpression.

2° Saison d'été. — En été les rhumbs de sud-ouest à nord-ouest sont les plus humides. Les vents se dessèchent en rétrogradant vers le sud, dont la chaleur est altérante, ou en gagnant le nord, qui dissipe les nuages. Le sud, étant plus équatorial que marin, élève la température et abaisse l'état hygrométrique en proportion de cette élévation. Sa chaleur donne naissance à l'orage, qui humecte en refroidissant ; mais le vent sud, source calorifique, persistant à souffler, le réchauffement qui suit l'orage fait promptement disparaître toute trace d'humidité. De là des oscillations hygrométriques qui se prolongent avec la fixité du vent.

Les courants de sud-ouest à ouest, étant au contraire plus marins qu'équatoriaux, emmagasinent plus d'humidité que de chaleur. Leur régime coïncide donc avec les temps humides et frais, surtout si la pression reste toujours faible.

Dans toute la région est, du nord au sud-sud-est, tous les vents sont secs et rien n'autorise ordinairement à prévoir l'arrivée de la pluie, tant qu'ils persistent dans ces directions.

Ces divers effets de la circulation atmosphérique sur le plateau de Langres trouvent leur explication naturelle dans les lois qui régissent l'atmosphère. On comprend, par exemple, pourquoi les vents contraires d'ouest et d'est ont chacun deux physionomies différentes dans l'une et l'autre saison, quand on connaît les caractères opposés des climats continental et marin et, conséquemment, la nature de deux courants qui ont pour origine l'un la mer et l'autre le continent. Mais ne m'étant proposé

dans cette communication qu'un simple examen du rôle des vents sur le plateau de Langres, je me borne à cette petite excursion sur le terrain climatologique et laisse à d'autres plus compétents la faculté de pénétrer dans le domaine de la météorologie dynamique, qui n'est plus le mien.

M^lle M. BELEZE

Correspondant du Ministère de l'Instruction publique pour les travaux scientifiques.
à Montfort-l'Amaury (Seine-et-Oise).

CYCLONE DU 1^er JUIN 1901, A MONTFORT-L'AMAURY (SEINE-ET-OISE) ET AUX ENVIRONS

[551.55:44.36]

— Séance du 13 septembre —

Le mercredi 29 mai, un fort orage de grêle assez grosse, variant de la dimension d'un pois à celle d'une noisette, avait déjà fait beaucoup de dégâts dans les communes de Grosrouvres, de la Queue-lez-Ivelines et d'Autouillet. La quantité d'eau tombée avait été si considérable que des étangs et de petites rivières avaient débordé, des routes et des ponts avaient été emportés, les récoltes compromises, mais non perdues. A Montfort-l'Amaury, ce jour-là, nous n'eûmes que de la pluie et en assez petite quantité: les coups de tonnerre furent forts, mais je n'ai pas entendu parler d'arbres ou de bâtiments foudroyés.

Dans la nuit du vendredi 31 mai au samedi 1^er juin, une courte averse était tombée à Montfort, accompagnée de quelques coups de tonnerre éloignés. Ce dernier jour, la température, depuis le matin, était d'une grande lourdeur (1) et le manque de pression achevait de la rendre presque insupportable; l'atmosphère devait renfermer beaucoup de vapeur d'eau, car on voyait de fort loin et les rayons du soleil brûlaient la peau.

Vers midi, deux courants se formèrent, l'un venant du sud-est, et entraînant des cirrus; l'autre du sud-ouest et poussant des cumulus volumineux, à contours plus arrêtés que d'habitude, à base gris-bleuté. Vers deux heures, le tonnerre se fit entendre dans l'éloignement et à de longs intervalles. J'avais eu l'intention d'aller à Gambayseuil (à sept ou huit kilomètres de Montfort) herboriser une forme d'*Euphrasia officinalis* L. que je voulais distribuer en vingturies; mais l'aspect peu rassurant du

(1) + 28° à l'ombre et au nord à 2 heures du soir; hauteur barométrique 732 millimètres. — Montfort-l'Amaury est situé à 117 mètres d'altitude.

ciel et la baisse barométrique, firent que je ne sortis qu'à 3 heures et demie. De mon jardin, je ne voyais qu'une portion de l'horizon (celle de l'est), mais, une fois partie en voiture et dans la campagne, je découvris un horizon plus vaste.

Venant du nord-est, des cumulus avaient couvert les cirrus et, au sud-ouest, les premiers montaient vers le zénith, en prenant une forme irradiée et fortement mamelonnée; dans cette sorte d'éventail on distinguait nettement des mouvements giratoires, formant par tourbillons des zones plus ou moins claires ou foncées. Jusqu'à quatre heures environ, les nuages continuèrent à monter, et, à mesure qu'ils s'élevaient vers le zénith, ils découvraient, à leur base et parallèlement, à l'horizon, une bande assez large, brillante, d'un blanc nacré. A ce moment, je vis trois ou quatre éclairs et le tonnerre se fit entendre, mais toujours assez éloigné. Au bout de quelques instants j'aperçus au zénith, des nuages légers, qui tournaient rapidement en sens contraire des aiguilles d'une montre : à leur vue, je poussai vivement, le cheval, car je pensai tout de suite à un cyclone : je fus bien inspirée, car, à peine arrivée à la maison, l'aspect du ciel se modifia rapidement, les éclairs devinrent plus fréquents et le bruit du tonnerre se rapprocha.

Sur les cumulus et la zone blanche et brillante couraient, avec une rapidité extraordinaire, et venant de l'ouest, des nimbus clairs, frangés ayant l'apparence et la couleur fuligineuse d'une fumée de tourbe ou de goudron. Tout d'un coup un vif éclair brille et les deux nuées se réunissent au-dessus de Montfort; quelques gouttes de pluie, qui sont remarquables par leur petitesse (la grosseur d'une lentille), se mettent à tomber : il est 4 heures et demie. La pluie me fait rentrer dans la maison, et je me mets à terminer une *amanite* que j'avais commencé à peindre. Au même moment un coup de vent d'une grande violence fait plier les arbres, soulève un nuage de poussière (1), de feuilles, de branches brisées, et sa force est telle qu'il casse et arrache les plus gros arbres. La pression qu'il exerce est si forte que des carreaux sont étoilés derrière des volets pleins. En même temps des grêlons, ou pour être plus exact, des blocs de glace, brisent la croisée (située à l'ouest) près de laquelle je me trouve, et traversent, mêlés aux fragments de verre, avec une rapidité vertigineuse, la pièce dans toute sa longueur (4 mètres). Je me sauve vivement dans une autre qui n'a de fenêtre qu'au sud et à l'est. Là, avec une profonde stupeur, je regarde tomber les grêlons dont les plus petits atteignent le volume des marrons d'Inde. Beaucoup ont la grosseur et la forme d'un fort citron, d'un cône de *conifères*, de tomates, de macaron : on croirait voir tomber une pluie de gros œufs de poule.

(1) Poussière qui devait venir de fort loin, car le sol était encore bien mouillé de l'averse de la nuit.

Cette terrible et désastreuse averse dure environ quatre minutes, brisant non seulement tous les vitrages, mais encore les toitures : celles en tuiles ont été fortement endommagées ; celles en ardoises à peu près complètement détruites. Le vacarme causé par cette chute de blocs de glace, de vitres, de tuiles brisées, d'arbres cassés, arrachés, s'abattant avec un bruit formidable, est terrifiant : la foudre serait tombée à 100 mètres qu'il aurait été impossible de l'entendre. Les grêlons, pour la plupart, suivent une direction diagonale, quelques-uns même horizontale (1). Au bout de cinq minutes, les grêlons diminuent de grosseur et tombent encore pendant sept ou huit minutes, variant, comme volume, d'un pois à une noisette.

Ensuite, pendant une demi-heure, se produit une pluie, assez forte sur Montfort, mais diluvienne dans le nord-est du canton. Deux jours après, des champs un peu vallonnés sont encore sous l'eau.

Tout est fini vers 5 heures et demie et nous sommes dans une absolue consternation en constatant les irréparables dégâts causés par ce terrible météore. A 6 heures, dans la rue, devant chez moi, une trombe aspire les feuilles et les rameaux brisés en les enlevant, dans un mouvement giratoire, jusqu'à une douzaine de mètres de hauteur.

Je vais faire un tour dans la ville ; on dirait qu'elle vient de subir un assaut. L'aspect de la campagne est navrant : les coteaux, si verts naguère, sont couverts d'une couche de grêle qui les fait paraître d'un blanc de neige ; gros poiriers, pommiers, peupliers brisés, arrachés avec leurs mottes, cubant deux et trois mètres de terre, et tous rangés, comme des témoins inconscients, dans la ligne sinueuse suivie par l'ouragan, la racine tournée vers le sud-ouest. Dans les parcs, à Montfort, sans doute par suite des deux courants et des mouvements tournants, les arbres ont les racines orientées au rebours des autres, c'est-à-dire la souche tournée vers le nord-est.

Les blés et les seigles sont coupés à 20-30 centimètres du sol, ainsi que les herbes composant les prairies naturelles et artificielles. Dans un hectare de céréales on ne trouve pas plus de deux cents épis debout. L'endroit sectionné des blés et des seigles est blanc sur une longueur de plusieurs centimètres : est-ce un effet décolorant de l'ozone (dont j'ai bien senti l'odeur sulfurée caractéristique) sur la chlorophylle des cellules des *Graminées* ? Les arbres et arbustes ont des secteurs de la surface du tronc et des branches aussi nettement enlevés que par des projectiles.

Les arbres n'ont presque plus de feuilles, même les *Conifères*, et l'aspect de certaines parties de la forêt de Rambouillet (Seine-et-Oise), de l'Épart aux Quatre-Piliers, par exemple, est le même qu'en hiver : on croirait voir les bois et la campagne lors des années à hannetons ou à chenilles.

(1) Ce qui explique que les versants nord et sud des toitures aient été préservés ou peu abîmés.

Cet ouragan aurait pris naissance à Nogent-le-Roi (Eure-et-Loir), aurait passé sur Poigny (?), les bois de l'Épart et de l'Étang-Neuf, Gambays, Gambayseuil, les Haisettes, la Mormaire, Galluis, Montfort-l'Amaury, Méré,

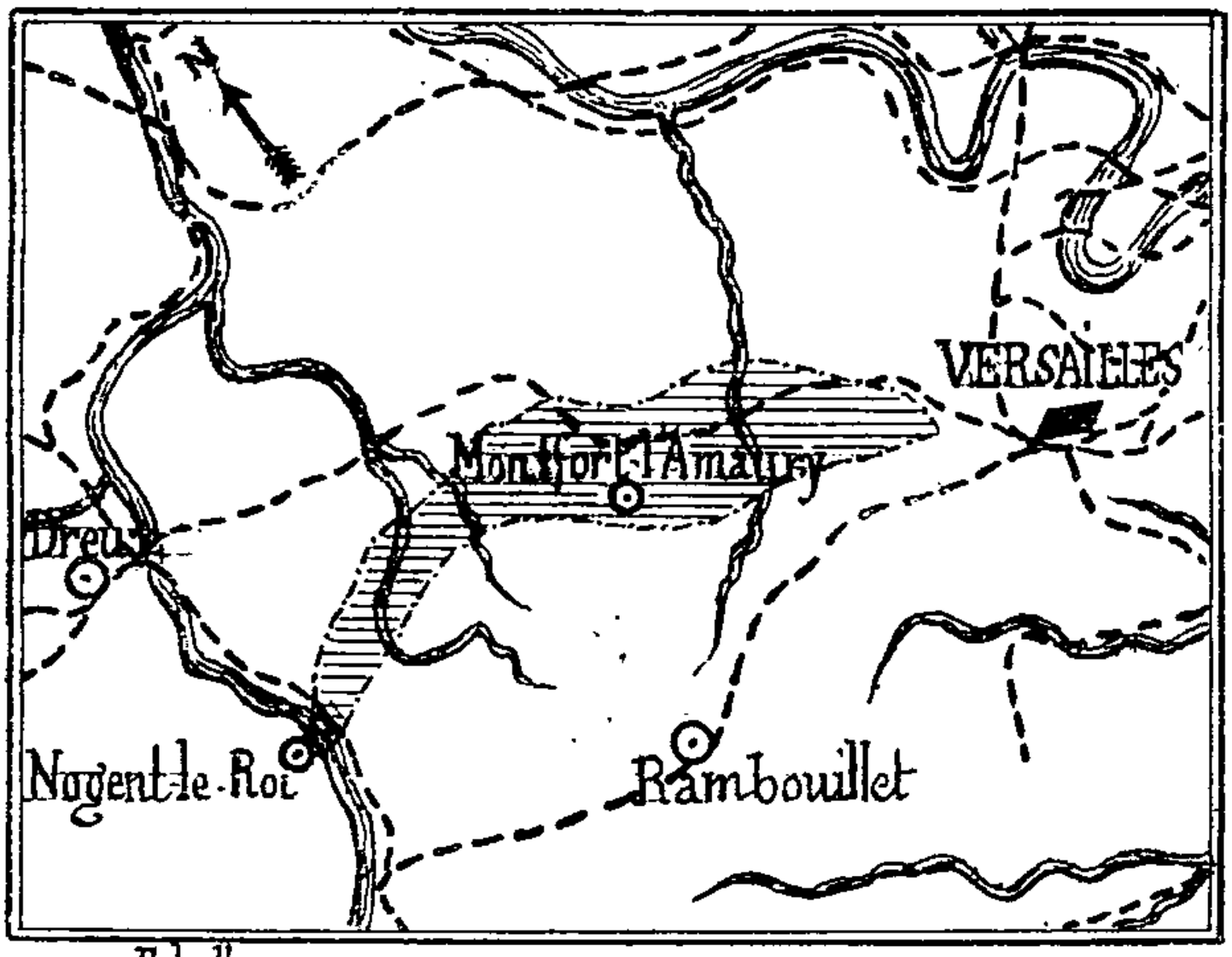


FIG. 1.
Carte du cyclone de Montfort-l'Amaury (S.-et-O.), 1er juin 1901.

Bardelle, Vicq, Saint-Aubin, Neauphle-le-Vieux, Saux-Marchais, Saint-Germain-de-la-Grange, et se serait terminé vers Thiverval (*fig. 1*). Les dégâts causés par cette terrible perturbation atmosphérique sont évalués à *deux millions de francs*. A Montfort-l'Amaury seulement, il y en a pour plus de cent mille francs.

OBSERVATIONS CONCERNANT LES GRÊLONS.

J'ai trouvé sur la table de ma salle à manger, parmi les fragments de vitres, et une demi-heure après le cyclone, un grêlon qui était aussi gros qu'un citron et avait la forme d'un *échinite* fossile. Il pesait encore 200 grammes (*fig. 2*). A Montfort-l'Amaury, une vitre de croisée en verre strié de 0m,001 d'épaisseur ne fut pas seulement étoilée, mais encore percée et cassée (*fig. 3*). (Observation personnelle.) A Méré, une marquise couverte en verre quadrillé de 0m,005 a été complètement brisée. Dans ce village on a ramassé un bloc de glace pesant 700 grammes (1). A l'Ermitage, à 200 mètres nord de Montfort, on en a trouvé de la forme et de la grosseur d'une boîte à sardines (2).

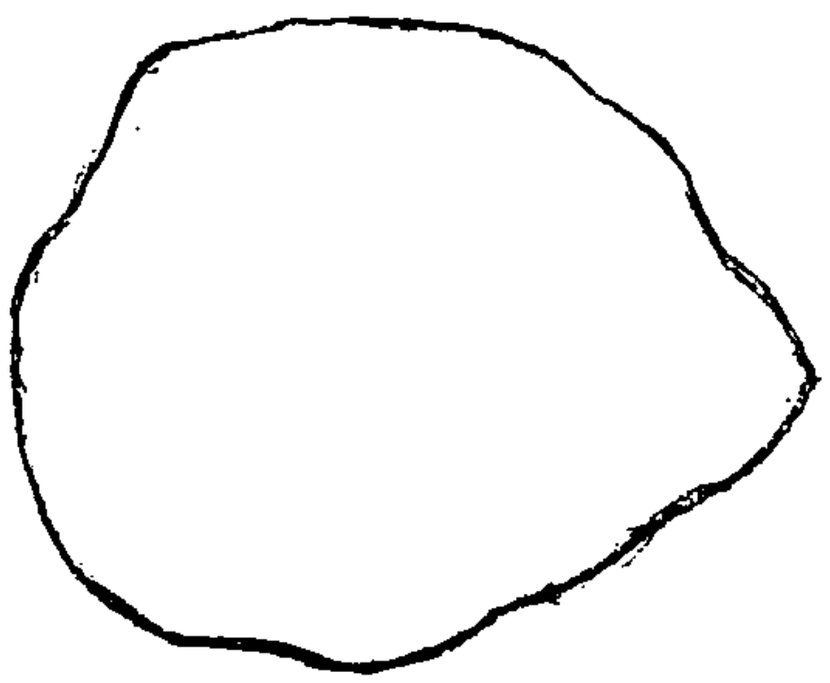


FIG. 2. — Grêlon de 200 gr. Réduct. de 1/2.

(1 et 2) Observations non personnelles.

Plusieurs, surtout ceux en forme de marrons d'Inde et de demi-sphères, avaient un côté (le plus convexe) formé de glace molle, opaque et neigeuse, comme celle des giboulées, et l'autre d'une glace grise, un peu translucide, dure et offrant des zones inégales et concentriques.

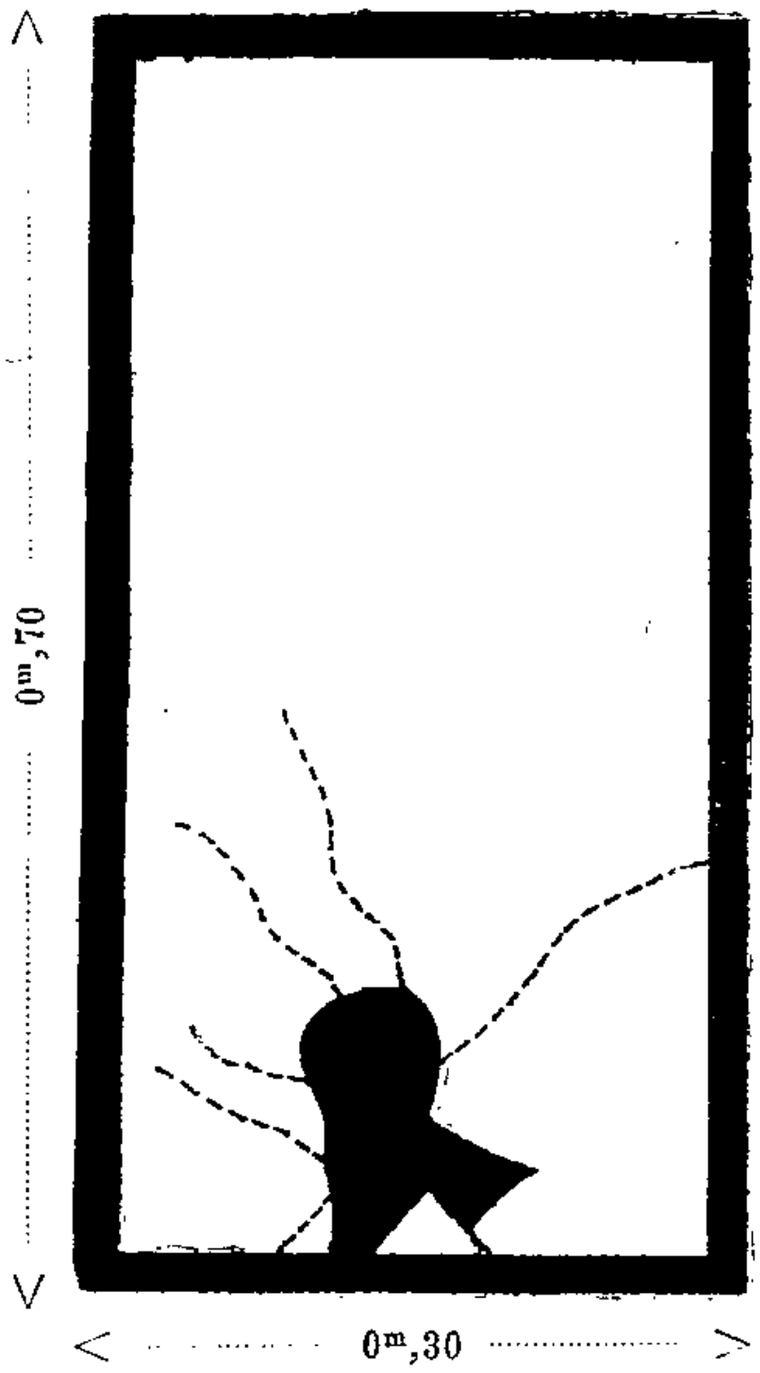


FIG. 3.

Presque tous ceux que j'ai ouverts renfermaient un corps étranger au centre; petites graines, fragments de cailloux, et aussi des débris indéterminables. Leur force de projection était telle que le crépi et les parties en plâtre des maisons paraissent avoir subi un feu de salve. Le zinc des gouttières, seaux, arrosoirs, fut aussi facilement percé. Les tables et les meubles placés non loin des fenêtres brisées, furent couverts d'une poussière et de lamelles de verre si ténues, qu'elles ressemblaient aux ailes des diptères, et en avaient, lorsqu'on les regardait sous un certain angle, les teintes irisées.

Heureusement, on n'a eu à déplorer la mort de personne : les accidents se sont bornés à des contusions multiples, mais non sérieuses ; des coupures sans gravité, causées par les éclats de verre. Et, chose remarquable, après une aussi considérable chute de glace, la température ne s'est presque pas abaissée, et pourtant cette énorme formation a dû employer une grande quantité de calorique.

La trajectoire de cet orage paraît avoir suivi la marche habituelle de 50 au nord-est. Sa longueur est d'environ 42 kilomètres, et sa largeur varie de 4 à 8 kilomètres.

M. E. MARCHAND

Directeur de l'Observatoire du Pic du Midi à Bagnères-de-Bigorre.

ÉTUDES SUR L'ALTITUDE ET LA CONSTITUTION DES NUAGES INFÉRIEURS DANS LA RÉGION PYRÉNÉENNE [551.57:44.78]

(Résumé).

— *Séance du 13 septembre* —

Les déterminations d'altitude pour les couches de *strato-cumulus* sont faites au moyen de repères pris dans les massifs montagneux. On observe 1° la surface inférieure vue de Bagnères ; 2° la surface supérieure vue du Pic du Midi — quand cette surface est au-dessous de 2.900 mètres.

On en déduit l'épaisseur de la couche ; on construit ensuite les courbes de fréquence des surfaces observées à des altitudes équidistantes de 100 mètres (le travail a été fait sur l'ensemble des observations de 1895 à 1899).

On trouve : 1° pour la surface inférieure un maximum de fréquence à 900 mètres et un deuxième maximum moins accentué à 1.600 mètres ; 2° pour la surface supérieure un maximum 1.800 ou 1.900 mètres et un deuxième maximum, moins net, à 2.600 mètres.

La fréquence des diverses épaisseurs, depuis 200 jusqu'à 2.300 mètres (Bagnères est à 550 mètres et le Pic à 2.860) montre aussi un maximum net vers 900 ou 1.000 mètres. Ce résultat s'accorde avec les précédents et on en déduit que :

« Dans la région pyrénéenne, les cumulo-stratus, cumulo-nimbus, inférieurs tendent à se produire le plus souvent à l'altitude moyenne de 1.300 mètres à 1.400 mètres, avec une épaisseur de 900 à 1.000 mètres, leur surface inférieure étant à 900 mètres et leur surface supérieure vers 1.800 ou 1.900 mètres. »

On étudie d'autre part la constitution de ces nuages, en les traversant de part en part chaque fois que cela est possible, et en particulier dans les nombreuses ascensions ou descentes qui sont faites par le Directeur de l'Observatoire ou par ses collaborateurs. On détermine alors leur composition, la température de leurs diverses parties, parfois le champ électrique dans leur intérieur, leurs mouvements, les phénomènes *optiques* qu'ils produisent.

Les résultats se résument ainsi :

1° Si la température est supérieure à 0° dans toute la masse, celle-ci est formée de petites gouttelettes d'eau (vapeur vésiculaire) qui parfois tombent, d'autres fois se déplacent parallèlement aux pentes montagneuses. La température décroît *très peu* dans l'intérieur des nuages, *beaucoup moins en général que ne l'indique le calcul de la détente adiabatique*. Au-dessous de ces couches de cumulo-stratus purement aqueux, il peut bruiner fortement, et même il peut pleuvoir. Dans plusieurs cas, on a recueilli un millimètre d'eau *par heure* à Bagnères sous une couche de 1.700 à 1.800 mètres d'épaisseur au-dessus de laquelle il faisait parfaitement beau, et qui ne renfermait aucune particule glacée.

2° Si la température des nuages est inférieure à 0°, ils sont formés de grains de glace, très petits, d'aspect cristallin, ou de petites aiguilles de glace très fines, cristallisées mais pas toujours agglomérées en étoiles.

L'aspect de ces cumulo-stratus congelés ne diffère pas sensiblement de celui des nuages aqueux ; comme ceux-ci, il donnent des couronnes, des anthélies, mais pas de halos. Ce ne sont pas des cirrus ; il n'ont ni la forme, ni les propriétés optiques de ceux-ci. Dans certains cas, quand ils sont étirés en filaments par un courant ascendant, ils prennent un aspect très

analogue aux nuages, appelés souvent faux-cirrus, qui surmontent les cumulo-nimbus orageux.

Sous ces cumulo-stratus glacés il y a, selon les circonstances, de la bruine, de la pluie ou de la neige très fine. Dans ce dernier cas, on constate ordinairement, dans le nuage, la présence de très petits flocons étoilés.

Quelquefois, malgré une température très basse, ces nuages sont formés de gouttes d'eau à l'état de *surfusion*. Dans ce cas, il déposent du verglas sur les objets, tandis que les cumulo-stratus congelés donnent du givre. Il y a naturellement des cas intermédiaires où le sommet des nuages est formé de grains de glace et le bas de gouttelettes d'eau.

3° Tous ces cumulo-stratus, aqueux ou glacés, se produisent à peu près invariablement dans un courant général d'entre N.W. et N.E. ou E.N.E., humide, qui vient heurter le versant N. de la chaîne des Pyrénées et tend à la franchir. Ce courant, en s'élevant, condense sa vapeur d'eau, sous forme de cumulo-stratus.

La condensation est plus ou moins rapide et abondante selon les conditions de température, humidité, épaisseur et vitesse du courant. De là les différences observées dans l'aspect, l'épaisseur, l'étendue de la *mer de nuages* qui recouvre les plaines.

Le calcul démontre que ce phénomène peut déterminer des chutes d'eau torrentielles, et donner jusqu'à 20 millimètres d'eau *par heure* sur les plateaux sous-pyrénéens et dans les vallées. Il devient alors la cause des inondations les plus graves, comme en 1897 et 1875, sans qu'il y ait à faire intervenir autre chose que ce mécanisme simple de la *pluie de relief*.

Il n'y a qu'une différence d'intensité entre la *mer de nuages* qui flotte paisiblement entre les altitudes de 900 et 1.900 ou 2.000 mètres et les cumulo-nimbus de 3 ou 4 kilomètres d'épaisseur qui déversent des torrents d'eau dans les vallées pyrénéennes.

M. E. FICHEUR

Professeur de Géologie à l'École des Sciences d'Alger.

LE MASSIF ANCIEN DU LITTORAL DE LA BERBÉRIE. — SON INFLUENCE SUR LA TECTONIQUE DES CHAINES LITTORALES DE L'ALGÉRIE [551.71:965]

— Séance du 9 septembre —

Le Congrès d'Ajaccio a fourni à l'éminent Président de la Section de Géologie, M. Peron, l'occasion de proposer à l'étude de nos confrères plusieurs questions concernant quelques points de la Géologie du bassin de la Méditerranée occidentale dans ses rapports avec l'île de Corse. L'une des plus importantes se rapporte au massif cristallin dont le noyau est conservé dans la Corse et la Sardaigne et dont les lambeaux épars se trouvent disséminés sur une partie du littoral africain. C'est de cette dernière partie que je me propose de m'occuper dans cette note sommaire, en étudiant son influence sur la tectonique des ridements de la région littorale de l'Algérie, qui se présente à la bordure méridionale du bassin méditerranéen, en quelque sorte comme symétrique de la région provençale.

Je passerai rapidement en revue la disposition des massifs anciens du littoral algérien, et j'étudierai ensuite les zones de plissement des chaînes principales qui en forment la bordure externe.

I. — *Distribution des massifs anciens.* — L'examen de la carte géologique de l'Algérie au 800.000e montre que les terrains anciens, cantonnés dans la région littorale, peuvent se grouper en deux massifs : l'un, dans la zone d'Alger, occupe la partie centrale de la Kabylie du Djurjura ; l'autre, dans la zone de Constantine s'étend, sauf quelques interruptions, de Djidjelli jusqu'à Bône. Le premier a été décrit sous le nom de massif kabyle (1) ou kabylien ; le second peut être désigné sous le nom de massif numidien.

A l'est de Bône, pas plus en Algérie que sur le littoral tunisien, on ne connaît d'affleurement de terrains anciens.

Le massif numidien comprend de l'est à l'ouest : l'Edough, le massif de Philippeville et le massif de Djidjelli. Dans toute cette région, les terrains anciens ne sont recouverts que par l'Éocène supérieur, argiles et grès de

(1) Ficheur. *Description géologique de la Kabylie du Djurjura*, Alger, 1890.

Numidie, dont les affleurements, conservés le plus souvent dans des synclinaux, tronçonnent le massif et en isolent quelques îlots. On peut considérer l'ensemble comme le noyau le plus important (d'une étendue de près de 180 kilomètres) du massif ancien, émergé jusqu'au milieu de l'Éocène supérieur.

Le massif kabylien occupe toute la partie centrale de la Kabylie du Djurjura dans sa masse principale, à laquelle se rattachent une série d'îlots, d'importance diverse, qui s'échelonnent au nord et à l'ouest jusqu'à la plaine de la Métidja.

Dans le prolongement vers l'ouest se trouvent les îlots du cap Matifou, de Bouzaréa, et de la pointe de Sidi-Ferruch, qui doivent se rattacher à la même zone. Ces affleurements isolés ont été séparés de la masse principale, en partie à l'époque de l'Éocène supérieur (argiles et grès de Numidie) mais surtout au début du Miocène (synclinaux du Cartennien). Dans ces conditions, la partie occidentale de la zone des terrains anciens a un développement comparable à celui de la partie orientale. Le dernier affleurement du littoral algérien se montre à la pointe N. du Chénoua, à 60 kilomètres à l'Ouest d'Alger, réduit à une simple trace.

II. — *Constitution de ces terrains anciens.* — Les schistes cristallins occupent la majeure partie de ces massifs, mais s'y trouvent intimement liés à des zones plus ou moins importantes de schistes argileux ou faiblement micacés que l'on place, faute d'indication précise, dans le système précambrien.

Dans la partie orientale dominent les roches gneissiques (gneiss de l'Edough) avec quelques intercalations de micaschistes ; les gneiss et les micaschistes plus ou moins granulitisés s'étendent dans le massif de Philippeville, tandis que vers l'Ouest de la région numidienne, les schistes précambriens prennent une grande importance (Djidjelli).

Dans le massif kabylien, les gneiss et micaschistes occupent la zone médiane, d'Est en Ouest, de part et d'autre de laquelle des bandes de schistes argileux sont disposés dans les synclinaux, dont le principal occupe la bordure méridionale, au pied du Djurjura. On retrouve dans le Bouzaréa, des zones de ces divers terrains, gneiss granulitiques, micaschistes, schistes micacés, schistes argileux avec des intercalations de calcaires cristallins, comme dans les autres massifs anciens.

III. — *La chaîne liasique.* — La bordure méridionale de ces massifs anciens est tracée par la ligne montagneuse la plus remarquable du littoral. Elle comprend une suite de chaînes, en apparence discontinues et tronçonnées, mais qui font partie du même ridement, dont l'axe est jalonné par les calcaires liasiques, tantôt en saillie dans les plus hautes crêtes,

tantôt dissimulés sous la couverture tertiaire qu'ils percent de place en place. C'est ce que nous désignons sous le nom de chaîne liasique, s'étendant depuis la plaine de Bône jusqu'au Cap-Ténès. La partie principale se compose de la chaîne du Djurjura, où l'axe liasique se continue sur 60 kilomètres, occupant toutes les crêtes et sommets culminants. Puis, vient à l'est la chaîne des Babors, d'égale étendue, composée d'une série de chaînons dont les noyaux liasiques forment toujours l'ossature jusqu'aux plus hautes cimes. Mais, tandis que, dans le Djurjura, la zone liasique se trouve en contact avec le massif ancien, dans les Babors, elle est débordée par le Crétacé, dont la transgression correspond à la solution de continuité entre les massifs anciens.

A l'ouest du Djurjura l'axe liasique disparaît sous la couverture éocène, mais son prolongement est bien indiqué par les pointements qui surgissent de place en place, toujours en rapport avec les principaux sommets de la chaîne, en particulier le Tegrimount et le Bou-Zegza (1). Les îlots liasiques du Djebel-Chénoua et du Cap-Ténès, par leurs relations avec les terrains éocènes, appartiennent incontestablement à la même zone.

A l'est des Babors, la chaîne numidique, à partir du Tamesguida, présente une série de pointements liasiques, perçant l'Éocène supérieur, ou le Crétacé, principalement sur les deux rives de l'Oued-el-Kébir, au Kef-Sidi-Mâarouf, au Djebel-Msid-el-Aïcha, puis au Kef-Sidi-Dris, à El-Kantour, aux Toumiettes, etc. Cet axe liasique se trouve, par rapport au massif ancien de la Numidie, dans la même situation que le Djurjura et son prolongement par rapport au massif kabylien, c'est-à-dire à la bordure méridionale. Il doit vraisemblablement se prolonger dans la zone moins accidentée qni limite au sud du bassin de Jemmapes.

IV. — Les *Lambeaux triasiques* se trouvent très irrégulièrement distribués au voisinage de la chaîne liasique notamment dans la partie orientale. Nous connaissons au flanc de la chaîne numidique, les îlots d'El-Kantour, de l'Oued-el-Kébir, au pied du Msid-el-Aïcha, d'Oualil, au nord du Tamesguida, etc. Mais c'est principalement dans la chaîne des Babors que les pointements d'argiles irisées avec gypses le plus souvent accompagnés d'ophites, sont distribués en grand nombre, au Djebel-Hadid, au flanc du Babor, à Ziama, à l'Oued-Agrioun, aux Beni-Smaël (salines), aux Beni-Sliman (flanc du Takintoucht), aux Beni-Melaha (salines), aux Beni-Aydel, etc. Tous ces lambeaux se présentent dans les conditions les plus anormales dans le Crétacé, mais d'une façon tout à fait exceptionnelle au contact du Lias.

(1) FICHEUR, *loc. cit.*

V. — *Séparation des massifs anciens.* — Il est permis de supposer, d'après la disposition qui vient d'être signalée, que le massif ancien, avec la bordure méridionale de terrains liasiques et triasiques, a conservé sa continuité sur l'emplacement de la région littorale et de la zone méditerranéenne voisine, jusqu'à la fin des temps jurassiques. L'absence de dépôts du jurassique moyen et supérieur paraît indiquer l'émersion de la zone liasique peu après son dépôt. C'est seulement à partir du Néocomien que la mer empiète sur la région des Babors pour s'étendre vers le nord-ouest, au moins à l'époque albienne, au nord du massif kabylien qui se trouve ainsi isolé de la partie orientale. Le voisinage de la côte rocheuse liasique est indiquée par les conglomérats que l'on trouve en bien des points dans le Néocomien, le Cénomanien et le Sénonien.

Des deux divisions du massif ancien, la partie orientale est envahie par la mer à l'époque de l'Éocène supérieur (transgression numidienne) dont les dépôts d'argiles et grès de Numidie ont été conservés dans les synclinaux qui fragmentent aujourd'hui le massif numidien. La partie occidentale, massif kabylien, a été morcelée successivement, d'abord à l'Éocène supérieur, puis à la suite des plissements post-éocènes, qui ont produit les dépressions oligocènes, et enfin au début du Miocène.

Ces considérations sur la situation et l'importance des massifs anciens du littoral algérien nous conduisent à rechercher leur influence sur la tectonique des chaînes voisines.

VI. — *Aperçu tectonique sur la chaîne liasique.* — La grande ride montagneuse dont nous avons montré ci-dessus les relations avec le massif ancien correspond à l'un des axes de plissement des plus remarquables de l'Atlas Tellien. Nous en examinerons successivement chacun des tronçons.

1° *Chaîne du Djurjura.* — Ainsi que nous l'avons montré dans nos publications antérieures (1), les assises de l'Éocène moyen ont participé aux plissements de la chaîne, dans la zone axiale, tandis que l'Éocène supérieur, qui cependant occupe une partie de la ligne des crêtes dans la région orientale, du col de Tirourda à Chellata, se trouve entièrement dans la zone externe.

Les premiers plissements datent vraisemblablement de la période jurassique, par la production des anticlinaux liasiques qui formeront l'ossature des deux grandes lignes de crêtes. Les dépôts de l'Éocène moyen se sont constitués aux flancs de ces zones rocheuses, ou dans les dépressions synclinales occupées par les grès rouges et schistes du Djurjura, et cette période a été suivie d'une nouvelle phase de plissement, qui a accentué

(1) FICHEUR. *loc. citat.*
id., Note sur les terrains second. de la chaîne du Djurjura. (B. S. G. Fr., t. 24, p. 1142).

les ridements antérieurs. Il paraît probable que dès cette époque, la chaîne du Djurjura se trouve en relief, ainsi que son prolongement à l'ouest par les Beni-Khalfoun, le Bou-Zegza, et peut-être le Chénoua et le Cap-Ténès. L'analogie si complète de structure que présentent ces différents jalons permet de le supposer.

Les dépôts de l'Éocène supérieur, durant la première phase de cette période, (grès et argiles de la Medjana) se sont appliqués au flanc sud ainsi qu'à l'extrémité Est du chaînon des Ouzellaguen, terminant ainsi brusquement au nord-est la chaîne du Djurjura. Dans la deuxième phase (dépôt des grès de Numidie), la mer s'est reportée au flanc nord, dans la partie occidentale (dépressions de Drâ-el-Mizan) et dans la région de l'Akfadou.

Les plissements post-éocènes ont ajouté leur action pour accentuer le relief des lignes de crêtes, et préparer au flanc sud la dépression qui va se combler par les apports torrentiels à l'époque oligocène. Ces derniers dépôts sont affectés par une nouvelle phase de plissement qui a dû se répercuter sur la zone axiale.

Le rôle des plissements post-miocènes paraît avoir été sans importanc e sur la structure du Djurjura.

Le résultat de cette succession de phénomènes tectoniques a été la formation de plis aigus dans la zone axiale, embrassant le Jurassique et l'Éocène moyen, et d'ondulations plus larges dans la zone externe, comprenant l'Éocène supérieur et l'Oligocène. *Ces plis sont*, d'une manière générale, *déversés au sud*. Cette disposition est rendue manifeste sur le flanc nord, par les synclinaux du lias supérieur, repliés sous les calcaires du lias moyen, et sur le flanc sud par les synclinaux comprenant le lias supérieur, le grès rouge et l'Éocène moyen, que recouvrent les anticlinaux couchés des calcaires liasiques.

Sur les pentes moyenne et inférieure du versant sud, le déversement de l'Éocène moyen sur l'Éocène supérieur, et de ce dernier sur l'oligocène est général sur toute l'étendue de la chaîne.

Ce n'est qu'à l'extrémité occidentale que cette disposition se trouve modifiée par une structure en éventail, produite sous l'influence de la dépression de Boghni, qui sépare ici la chaîne du Djurjura du pied du massif ancien.

Cette allure des plis aigus déversés au sud paraît bien la résultante de poussées successives venant du sud contre le massif ancien de la Kabylie qui a joué le rôle de massif résistant.

La direction oblique que prend la chaîne dans son prolongement à l'ouest du Djurjura est en rapport avec la bordure voisine du massif ancien, tandis que dans le chaînon des Beni-Khalfoun, la direction de l'est à l'ouest qui se prolonge jusqu'au delà du Bou-Zegza paraît influencée par le massif des Khachna.

Il importe également de constater que la chaîne du Djurjura, dans sa partie orientale, se termine en quelque sorte brusquement avec la bordure du massif ancien.

2° *Chaîne des Babors.* — Dans les différents chaînons liasiques qui surgissent au milieu des assises crétacées, le déversement au sud des calcaires liasiques sur le crétacé est très fréquent. Nous pouvons signaler à ce sujet un certain nombre d'observations bien caractéristiques.

Dans le chaînon liasique qui de Bougie s'étend par le Gouraya au Djebel Arbalou, les calcaires liasiques sont déversés au sud sur le Cénomanien et sur le Sénonien, au flanc du Gouraya ; le lias déborde sur le Sénonien au-dessus de Toudja.

Au cap Aokas, il y a également renversement des calcaires liasiques sur le Sénonien. Il en est de même dans la zone rocheuse littorale qui s'étend de l'Oued Agrioun à Ziama.

Sur toute la bordure sud du chaînon qui s'étend de l'Adrar-Amellal (massif de Kerrata) au Tababort, les calcaires liasiques, accidentés de plis aigus, sont d'une maniére générale renversés au sud sur le Néocomien.

Plus à l'est, au Djebel Hadid, au Djebel Tazegzaout, les pointements liasiques qui percent le Sénonien, présentent également un déversement au sud.

Ces quelques exemples, que les études détaillées sur cette région difficile permettront de compléter, nous conduisent à des conclusions, relativement à la tectonique de la chaîne des Babors, analogues à celles que nous avons formulées ci-dessus pour le Djurjura : les plissements de cette chaîne paraissent le produit d'une poussée du sud au nord, vraisemblement contre le massif ancien, aujourd'hui effondré.

3° *Chaîne numidique.* — La première partie des crêtes est constituée par les grès de l'Éocène supérieur, dont les plissements sont simples. Les pointements liasiques apparaîssent seulement au voisinage de l'Oued-el-Kébir. Au Djebel Msid-er-Aïcha, le noyau liasique paraît déversé sur le Sénonien, au flanc sud ; ce renversement est surtout bien net au Kef-Sma à l'est, où les grès néocomiens sont repliés en anticlinal aigu deversé sur le Sénonien (1).

Plus à l'est, au Kef Sidi-Dris, les calcaires liasiques paraissent également déversés sur le Sénonien.

Ce ne sont là que des indices bien restreints, qu'il serait nécessaire de compléter par une étude détaillée de la structure de cette chaîne et de son prolongement à l'est. Cependant, ces exemples viennent encore à

(1) FICHEUR, *Les terrains éocènes dans la chaîne des Mouias*, p. 572. (A.F.A.S. Bordeaux 1895.)

l'appui des déductions présentées ci-dessus relativement à l'influence du massif ancien sur la tectonique de la chaîne limitrophe.

D'autre part l'importance de cette ride s'accuse encore par la dépression qui s'étend au sud, et qui est occupée par le bassin de Constantine.

En résumé, la chaîne liasique présente, dans les parties saillantes à axe calcaire, une série de plis aigus, généralement déversés au sud, sous l'influence de la poussée du sud au nord contre le noyau résistant du massif ancien du littoral algérien. Ces plissements, d'origine jurassique, paraissent s'être accusés principalement à la fin de l'Éocène moyen, pour se terminer après l'Oligocène.

VII. — *Influence sur les régions voisines.* — Il paraît probable que le morcellement du massif ancien dès la période crétacée, continué après l'Éocène supérieur et l'Oligocène, a produit une division en îlots qui n'ont eu séparément qu'une importance très secondaire relativement aux plissements post-miocènes.

Dans la région kabyle, le Miocène inférieur (Cartennien) se trouve disposé en synclinaux étalés largement au nord du massif ancien et dont les flancs n'ont subi de dislocations qu'au bord même du massif ou des îlots voisins, ainsi que cela s'est produit au voisinage de Tizi-Ouzou, de Ménerville, etc.

Le Cartennien présente une allure assez régulière au flanc du Bouzaréa, tandis qu'il a participé aux plissements intenses de l'Atlas de Blida. Dans cette zone montagneuse, qui correspond à la deuxième ride atlantique, et dont l'axe est jalonné par les schistes de la Chiffa (siluriens?), les plis en éventail composé du massif de Blida, avec renversement s'étendant jusqu'à 5 kilomètres, paraissent complètement indépendants de l'influence du massif ancien.

Dans le massif de Miliana, les plis sont déversés au nord, sous l'influence de la masse calcaréo-schisteuse des Zaccars.

Je me contenterai d'indiquer cette distinction entre les deux chaînes voisines, très rapprochées, qui participent à la constitution de la chaîne littoral de l'Atlas Tellien, sans insister davantage sur des considérations d'ordre plus général qui sortiraient du cadre de cette étude sommaire.

Il me suffira de remarquer l'orientation des principales chaînes du Tell, l'est du méridien d'Alger, dont la direction de l'ouest à l'est a été certainement influencée par la chaîne liasique, en particulier, la chaîne des Bibans, et son prolongement jusqu'au voisinage de Constantine.

M. A. de GROSSOUVRE

Ingénieur en chef des Mines, à Bourges.

SUR LA TRANSGRESSION CÉNOMANIENNE [551.79]

— Séance du 11 septembre —

On a beaucoup parlé depuis quelques années de la transgression cénomanienne : parmi les nombreuses considérations développées à ce sujet, beaucoup ne peuvent être accueillies sans quelques réserves, surtout quand on songe que, par une sorte de retour à la vieille théorie des cataclysmes, on a été jusqu'à qualifier cet événement d'une des plus grandes perturbations de l'histoire de la terre.

Avant d'entamer la discussion des opinions émises sur cette question, je crois utile de faire remarquer qu'il n'y a pas nécéssairement un rapport de proportionnalité entre l'importance d'une transgression en superficie et l'amplitude du déplacement vertical auquel elle correspond. Actuellement une élévation du niveau des mers de 200 mètres ferait perdre aux continents près du tiers de leur surface, tandis qu'un abaissement de même amplitude n'ajouterait à leur territoire qu'environ 16 0/0 et, pour arriver à 36 0/0, il faudrait que le niveau des eaux marines descendît de 2.000 mètres.

D'Orbigny a, le premier, signalé l'extension prise par les mers crétacées au cours des temps cénomaniens : « A l'époque de la craie, dit-il (1840), on voit, dès les couches de craie chloritée, tout changer d'aspect dans les mers crétacées...Vers cette époque ces mers avaient pris en France et dans toute l'Europe une extension du double au moins de celle qu'elles avaient à l'instant où elles se sont montrées pour la première fois avec les terrains néocomiens. » Cette observation si juste du grand savant, dont l'énorme labeur a imprimé une vive impulsion aux travaux géologiques et dont l'influence se fait encore sentir aujourd'hui, ne fut pas remarquée comme elle méritait de l'être et son importance semble avoir échappé aux géologues, jusqu'au moment où M. Suess (1875) s'appuyant sur les résultats des explorations faites dans les diverses parties du monde, montra la généralité de la transgression cénomanienne et la grandeur des modifications géographiques qu'elle a entraînées. Le tableau tracé par l'éminent géologue viennois a été depuis lors le point de départ de spéculations plus

ou moins hasardées et souvent entachées d'exagération. Je me propose dans cette note de rechercher la signification exacte de cet événement et ses rapports avec les vicissitudes subies par la terre au cours des temps géologiques.

Tout d'abord, il importe de montrer que cette transgression n'a pas été un phénomène brusque et en quelque sorte instantané et qu'à ce titre elle ne peut être considérée comme une perturbation d'une date précise fournissant un repère partout nettement marqué.

Examinons par exemple ce qui s'est passé dans le nord et le centre de l'Europe. Nous savons que de vastes surfaces étaient émergées vers la fin des temps jurassiques ; puis, vers le début de l'ère infracrétacée nous voyons la mer, s'avançant de la région méditerranéenne, de la Mésogée telle que l'a définie M. Douvillé, envahir peu à peu les territoires qu'elle avait temporairement abandonnés. Ici ce sont des calcaires et marnes à Spatangues qui reposent sur le Jurassique ; là des sables à *Am. Milleti* ou des argiles à phosphorite de la zone à *Am. mamillaris* ; ailleurs ce sont les couches à *Am. inflatus* qui commencent la série transgressive.

Cette marche lente et continue de l'invasion des eaux marines sur les aires continentales, nous ne l'observons pas seulement dans l'Europe septentrionale et centrale, nous pouvons la suivre sur presque toute la surface du globe ; il serait trop long d'énumérer ici le détail des observations qui confirment cette assertion et je me bornerai à citer quelques-uns des exemples les plus frappants.

Dans l'Amérique du Nord, sur le versant atlantique, la transgression crétacée débute par les Couches de Trinity, base de la série de Comanche : bien des idées différentes ont été émises sur l'âge de cette zone, mais M. Douvillé, partant de l'étude des *Toucasia* que renferme un calcaire à Rudistes (Requienia limestone) intercalé, en a conclu qu'elle ne pouvait être plus ancienne que l'Aptien. Plusieurs autres faits viennent à l'appui de cette opinion à laquelle je me rallie complètement, et parmi eux, cette circontance que les Couches de Trinity sont immédiatement recouvertes par les Couches de Frederiksbourg, lesquelles renferment *Am. acutocarinatus*, Shumard, espèce identique à *Am. Roissyi* de l'Albien supérieur.

Au Brésil, au voisinage de la côte atlantique également, entre l'embouchure des Amazones et celle du Rio Réal, reposent, sur des terrains primaires ou archéens, des couches dont la faune a été étudiée par M. White : on les a rattachées à l'étage Cénomanien, mais M. Douvillé a montré que les Céphalopodes décrits par M. White se rapportent à des espèces albiennes : *Am offarcinatus* est certainement identique à *Am. mamillaris* ; *Am. bistrictus* est bien voisin d'*Am. Dupini* ; *Am. buarquianus* doit être rapporté à *Am. Roissyi* ; la figure 5 de l'*Am. maroimensis* rappelle

certaines variétés adultes de l'*Am. inflatus* et la figure 6 ressemble à *Am. varicosus*.

Ainsi, au Brésil comme au Texas, la transgression crétacée débute à peu près à la même époque.

Il en est de même sur la côte occidentale de l'Afrique, au Gabon, à Angola, à l'île d'Elobi et à Mossamédès, où a été recueillie une faune albienne bien caractérisée, avec *Am. mamillaris* et *Am. inflatus*.

Je me borne à ces quelques exemples, qu'il me serait facile de multiplier pour d'autres pays ou d'autres époques, et, de l'exposé précédent, je puis en toute sécurité, je crois, déduire cette conclusion que *la transgression cénomanienne représente seulement une phase, un épisode, d'une longue période de transformations lentes et continues que nous pouvons suivre depuis l'aurore de l'ère infracrétacée :* elle ne peut être séparée d'une transgression albienne, précédée elle-même d'une aptienne et d'une néocomienne. D'ailleurs ce mouvement ne s'est pas arrêté avec l'époque cénomanienne et je pourrais montrer qu'il s'est continué jusque vers la fin des temps campaniens.

On a dit qu'à l'époque de l'*Am. inflatus*, il a été si prononcé, qu'il constitue, par cette circonstance même, un repère d'une date précise et partout reconnaissable : c'est encore une erreur, à mon avis, car si, en de nombreux points, on voit les couches à *Am. inflatus* en transgression sur des terrains plus anciens, en beaucoup d'autres on peut observer le Cénomanien franc reposant directement sur le Jurassique et parfois sur le Primaire. N'en est-il pas ainsi au Mans, dans la localité même où d'Orbigny a pris le type de son étage? Dans l'Aquitaine, à Essen en Westphalie, dans la Bavière, dans la Saxe, dans la Bohême, dans la Galicie et sur la plus grande partie de la plate-forme russe, le Cénomanien transgressif ne montre à sa base aucune trace des couches à *Am. inflatus*.

On a aussi beaucoup exagéré la généralité de cette transgression et l'on pourrait, à cette occasion, relever quelques erreurs.

En 1894, dans une courte note présentée à l'Académie des Sciences sur les relations entre les transgressions marines et les mouvements du sol, j'ai montré qu'à chaque transgression des temps secondaires correspond une régression de même âge.

Je puis prouver par toute une série d'exemples que cette loi se vérifie pour la transgression cénomanienne.

Remarquons en premier lieu que si les lignites du Sarladais sont un dépôt lagunaire correspondant à un mouvement transgressif, par contre ceux de Saint-Paulet et de la vallée de la Cèze sont en relation avec un épisode régressif.

Dans le sud de la France, les sédiments cénomaniens de la fosse vocontienne (Paquier) sont constitués par des calcaires à Ammonites et à

Holasters, tandis que plus au nord, ils sont à l'état de grès rouges dans le Vercors et qu'ils font absolument défaut dans la Savoie où le Gault est surmonté immédiatement par les calcaires campaniens.

Le Cénomanien manque probablement aussi dans presque toutes les Alpes Centrales, car on n'en trouve certainement aucune trace dans les Préalpes et, de l'autre côté de l'Aar, les marnes et calcaires de Seeven ne paraissent, quoi qu'on ait dit, renfermer aucun fossile de cet étage: on y a bien cité des Echinides tels que *Holaster lævis*, *H. subglobosus*, etc.; mais M. de Loriol, qui a étudié tous les Echinides des musées et collections particulières de la Suisse, m'a écrit que le calcaire de Seeven lui avait fourni seulement trois espèces : *Echinocorys vulgaris*, *Micraster breviporus* et *Cardiaster subtrigonatus*, c'est-à-dire aucun type cénomanien : l'absence du Cénomanien à l'est de l'Aar est donc très vraisemblable.

Sur l'autre versant de la chaîne alpine, dans la Brianza, cet étage n'est pas représenté non plus, car le poudingue santonien de Sirone repose directement sur le Biancone infracrétacé.

En Espagne, au Montsech, le Turonien succède immédiatement aux calcaires à Réquiénies, alors que plus au nord, aux environs de Boixols, le Cénomanien apparaît bien développé.

Sur la côte atlantique africaine, où nous avons trouvé un Albien nettement caractérisé, aucun fossile cénomanien authentique n'a encore été découvert : à la vérité, on a signalé de ce côté des couches à *Ostrea Baylei* et *Roudaireia*, mais la présence de cette dernière forme, toujours confinée ailleurs dans les couches les plus supérieures du Sénonien, indique un horizon plus élévé : il est donc à supposer qu'on a désigné sous le nom d'*O. Baylei* une huître se rapportant à *O. vesicularis*, confusion facile à commettre, comme l'a montré M. Peron.

De même au Brésil, au-dessus des couches albiennes de Para, Pernambuco, Sergipe, etc.; aucun dépôt cénomanien n'a été observé.

Sur la côte pacifique des deux Amériques, l'Albien nettement caractérisé se suit de l'île de la Reine-Charlotte jusqu'au Pérou, mais sur cette immense étendue, on n'a encore cité aucun fossile cénomanien, sauf, dans la Californie, *Acanthoceras Turneri* des couches de Chico, forme qui paraît se rapporter au groupe de l'*Am. rotomagensis*.

Nous voyons donc qu'à la transgression cénomanienne nous pouvons opposer de nombreux exemples de régressions de même date.

On a cru que cette transgression était spéciale aux aires continentales et que les régressions étaient localisées dans les géosynclinaux.

Je viens de montrer que sur les premières se manifestent à la fois des transgressions et des régressions : on ne peut dire non plus que ces dernières existent seules dans les géosynclinaux.

Dans la région pyrénéenne, Leymerie a constaté qu'aux Eaux-Chaudes,

dans la vallée d'Ossau, le Cénomanien recouvre immédiatement le granite.

Dans les Corbières, au nord de Rennes-les-Bains, le calcaire à Caprinules est directement superposé au Dévonien de la montagne du Cardou.

Dans les Alpes orientales, de la Lech jusqu'aux portes de Vienne, le Cénomanien bien net et le plus souvent formé de couches à Orbitolines repose sur l'Infracrétacé, le Jurassique ou le Trias, et, particularités intéressantes à mentionner en passant, M. U. Söhle a signalé des gisements du massif du Laber un polypier africain, *Apidiscus cristatus*, tandis que M. Schlosser a cité *Caprina adversa* des environs de Niederndorf.

Donc, dans tous ces géosynclinaux, le Cénomanien est en transgression par rapport à l'Albien et souvent par rapport à tout l'Infracrétacé.

Mais dans ces mêmes régions, un autre fait mérite d'attirer notre attention, c'est que cet étage est fréquemment à l'état de conglomérats grossiers de roches variées, circonstance qui témoigne que des reliefs venaient de se produire et étaient soumis à une active érosion.

Ainsi, sur le versant français des Pyrénées, d'une extrémité à l'autre de la chaîne, les conglomérats d'âge cénomanien peuvent s'observer depuis le pays basque, le Béarn et le Bigorre jusque dans les Corbières ; aux environs de Foix, le conglomérat de Camarade (Magnan, 1868) en est un type bien caractérisé : on y trouve les roches les plus variées, galets de quartz, débris de schistes et de granite, fragments de calcaires fossilifères, etc.

Les travaux des géologues bavarois et autrichiens nous ont également appris qu'aux couches à Orbitolines des Alpes Orientales sont associés des conglomérats, souvent à éléments très volumineux.

Une observation attentive nous permet aussi de retrouver sur les aires continentales quelques traces de soulèvements, bien moins accentués d'ailleurs que ceux des géosynclinaux : M. Munier-Chalmas a notamment observé dans l'Aquitaine des bombements de couches, des dômes, datant des temps cénomaniens.

En un mot, à cette époque, nous constatons la *coexistence de transgressions, de régressions et de mouvements orogéniques*.

Si, pour chaque instant de l'histoire de la terre, nous étudions avec soin la marche des transformations géographiques, nous vérifierons la même coïncidence.

Les transgressions, non plus que les régressions, ne peuvent donc correspondre à des mouvements propres du niveau des Océans, à des mouvements *eustatiques*, selon l'expression de M. Suess : elles sont dues à des mouvements du sol qui, par contre-coup, ont déterminé des changements du niveau des mers. *Les transgressions et les régressions sont donc uniquement des manifestations de la force orogénique.*

M. JOLEAUD

à Avignon.

SUR L'EXISTENCE PROBABLE D'UN LAMBEAU BARTONIEN DANS LE GOLFE D'AJACCIO

[563.9 : 45.9]

— *Séance du 11 septembre* —

En parcourant les petites plages sablonneuses qui se trouvent entre les rochers du bord de la mer, le long de la route des îles Sanguinaires, dans le voisinage d'Ajaccio, nous avons recueilli, parfois, au milieu de coquilles actuelles rejetées par le flot, de petits Échinides blanchâtres, plats, à contour elliptique, n'appartenant à aucune des espèces vivant sur les côtes de la Corse.

Nous pouvons résumer ainsi qu'il suit les principaux caractères qu'ils nous ont présentés et qui nous les ont fait ranger dans le genre *Echinocyamus :*

Test de petite taille (8 à 12 millimètres), un peu plus long que large, légèrement arrondi et subrostré en avant, faiblement élargi en arrière ;

Face supérieure à peine renflée ;

Face inférieure plane, fortement concave vers le milieu ;

Apex subcentral, très saillant ;

Aires ambulacraires peu accentuées, presque égales, faiblement développées, situées à fleur de test, droites, ouvertes à leur extrémité, l'aire antérieure étant un peu plus large que les autres ;

Pores peu abondants, atténués, égaux entre eux, arrondis ;

Aires interambulacraires plus étroites vers l'apex que les aires ambulacraires, mais bien plus développées que ces dernières vers la périphérie;

Péristome subpentagonal, placé au milieu de la face inférieure et s'ouvrant dans une dépression du test ;

Périprocte très petit, arrondi, placé à la face inférieure, à égale distance du péristome et du bord postérieur ;

Appareil apical assez étendu, pourvu de quatre pores génitaux, les deux antérieurs étant plus rapprochés, et de cinq pores ocellaires assez visibles ;

Tubercules fins ;

Cavité interne munie de dix cloisons marginales remontant vers la bouche.

Rien n'indiquait l'origine de ces Échinides fossiles, qui nous paraissaient très analogues à ceux signalés à la Garoupe, dans le voisinage d'Antibes.

Ayant eu l'occasion tout récemment de visiter ce dernier gisement, nous avons pu, à côté d'autres formes voisines, y recueillir des Échinodermes absolument identiques à ceux de Corse, les uns rejetés sur la plage parmi les coquilles vivantes, comme à Ajaccio, les autres empâtés dans les rochers bartoniens à *Serpula spirulæa* et *Assilina striata* (1).

Dans ces conditions nous sommes amenés à conclure à l'existence probable d'un lambeau de bartonien dans les environs d'Ajaccio, soit parmi les rochers du bord de la mer, soit plutôt sous les eaux du golfe. Les Échinodermes de Corse étant parfaitement conservés et aussi peu roulés que ceux d'Antibes, toute idée de transport à grande distance par les eaux de la mer nous a paru devoir être écartée.

M. Ch. FERTON

à Bonifacio.

NOUVELLES PREUVES DE L'EXISTENCE DU DÉTROIT DE BONIFACIO A L'ÉPOQUE NÉOLITHIQUE ; CLIMAT DE BONIFACIO PENDANT CETTE PÉRIODE

[571.2 : 45.9]

— *Séance du 11 septembre* —

Dans deux précédents mémoires (2), j'ai exposé les motifs qui m'ont fait penser que le détroit de Bonifacio existait à l'époque néolithique, et avait alors les mêmes limites qu'aujourd'hui. Ces motifs étaient les suivants :

Un certain nombre de sources de la région calcaire de Bonifacio, notamment celle de Longone et le puits Saint-Barthélemy, doivent leur existence à des failles, et, d'autre part, la présence de gisements de silex taillés dans le voisinage de ces deux sources indique qu'elles se trouvaient, à l'époque néolithique, à leur emplacement actuel. De ce dernier fait, on peut induire

(1) Le gisement dont il s'agit est au cap Gros, au nord-est du cap d'Antibes ; il est marqué e^1 sur la carte géologique au 1/80.000^e (feuille d'Antibes).

(2) *Sur l'histoire de Bonifacio à l'époque néolithique*, *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, 1898, et *Seconde note sur l'histoire de Bonifacio à l'époque néolithique*, même recueil, 1900.

que les failles et l'inclinaison des couches calcaires qui supportent la ville étaient alors ce qu'elles sont aujourd'hui, c'est-à-dire que la région n'a pas subi depuis de mouvement important.

L'existence des bouches de Bonifacio à l'âge de la pierre polie s'en déduit, car l'effondrement d'un détroit de 15 kilomètres de largeur, se produisant à une distance de 4 kilomètres du plateau calcaire de Bonifacio, en eût vraisemblablement modifié l'inclinaison des strates et le nombre de leurs cassures, et en eût, par suite, déplacé les sources.

En explorant l'île de Cavallo, située dans le détroit, j'ai trouvé sur la rive des deux petites anses de Cala di Greco et Cala di Giunco des éclats de silex et d'obsidienne semblables à ceux qui abondent dans les stations néolithiques voisines de Bonifacio. Cavallo est entièrement granitique, et ne contient ni silex ni obsidienne ; les éclats ont donc été apportés, et ils l'ont été par des hommes venus probablement de l'île de Corse, où le cap Sprono, situé à 2 kilomètres et demi de Cavallo, était habité à l'époque néolithique. Les éclats de silex et d'obsidienne ramassés à Cavallo ne se trouvent qu'au voisinage de la mer, à des altitudes variant de 2 à 6 mètres. Répandus sur le rivage, et seulement près de l'eau, ces objets jalonnent la rive, que fréquentaient des mangeurs de coquillages ; ils montrent qu'au temps où l'homme néolithique visitait l'île, la mer affleurait le même niveau que de nos jours.

Je puis aujourd'hui appuyer par de nouveaux faits l'hypothèse de l'existence du détroit de Bonifacio à l'âge de la pierre polie.

Les limites du détroit n'ont pas varié depuis le néolithique aux deux extrémités de son rivage nord.

La pointe la plus méridionale de Corse, le cap Pertusato, supporte une large table calcaire en forme de bonnet de prêtre, qui, débordant le pilier qui la soutient, forme un bon abri sous roche, élevé d'environ 30 mètres au-dessus de la mer. A la distance d'une cinquantaine de mètres, une petite plage sablonneuse, qui fait face à la Sardaigne, est le seul endroit de la localité, où des marins puissent aborder, et mettre leur embarcation en sûreté en l'entraînant sur le sable. L'abri formé par le bonnet de prêtre est un riche gisement d'obsidienne taillée, où je n'ai pu trouver un seul éclat de silex. Cette obsidienne est commune dans les stations néolithiques de la région calcaire de Bonifacio, mais il n'en existe en Corse aucun gisement naturel ; elle était importée. D'après les renseignements qu'a bien voulu me donner mon camarade M. Bourgeois, répétiteur de chimie à l'École Polytechnique, elle est identique à celle du Monte-Arci en Sar-

daigne, qui est précisément le gisement connu le plus rapproché de Bonifacio, et d'où était tirée la plus grande partie de l'obsidienne taillée répandue dans les campements préhistoriques de la Sardaigne.

La petite plage voisine du cap Pertusato était un des points où abordaient les trafiquants apportant l'obsidienne en Corse ; ces marchands s'abritaient sous le rocher voisin, sous lequel on trouve enfouis dans le sable, outre des éclats d'obsidienne, une grande quantité d'ossements d'animaux, qui sont certainement des restes de repas. Près du cap Pertusato, c'est-à-dire à l'extrémité ouest du détroit de Bonifacio, le rivage de la mer avait donc, aux temps néolithiques, à peu près les mêmes limites que maintenant.

A l'est du détroit, sur la côte corse, la petite baie nommée l'Étang du Sprono permet aussi à des pêcheurs d'aborder, et de tirer leur embarcation sur le sable. Cette petite baie est également voisine de deux gisements d'obsidienne mélangée à des éclats de silex provenant du calcaire de la région. Ces gisements sont situés l'un au cap Sprono, l'autre immédiatement à l'est de l'étang, à un emplacement occupé dans la suite par une bourgade romaine (1). Ces deux anciens campements indiquent que de ce côté aussi les limites du détroit n'ont que peu varié depuis l'âge de la pierre polie.

Les contours du port de Bonifacio sont les mêmes qu'à l'époque néolithique.

Une autre preuve de l'existence des bouches de Bonifacio pendant le néolithique est donnée par les points de stationnement de l'homme répartis autour du port de Bonifacio. Les foyers écrasés par une masse calcaire sur la route de Bastia, l'abri sous roche du chemin de la Catena, où avait été ensevelie une vieille femme (2), renferment des restes de repas, qui comprennent de nombreuses coquilles marines attestant la proximité de la mer. Les autres abris sous roche voisins du port, soit sur la rive sud, soit autour de l'anse de la Catena, sont dans le même cas ; on trouve dans tous des éclats de silex et d'obsidienne mélangés à des coquillages marins. En dehors de ces abris, j'ai reconnu sur la berge deux petits dépôts de coquilles marines, mélangés à quelques silex ou obsidiennes et à des ossements de *Lagomys*. Ces deux kjœkkenmœddings, recouverts par une épaisse couche d'éboulis, sont sur le rivage ouest de la calanque de l'Arinella, à des altitudes de 20 et 40 mètres environ. Tous ces restes de repas, constitués surtout par des coquillages marins,

(1) Cette station romaine devait avoir pour port l'étang du Sprono, qui, probablement, était moins ensablé qu'aujourd'hui.

(2) Ch. Ferton, *loco citato*.

indiquent le voisinage de la mer, et jalonnent le rivage ; ils montrent que la topographie du port de Bonifacio était alors la même que maintenant.

Or ce petit golfe est situé à 4 kilomètres du détroit, et la faille qui lui a donné naissance a la même orientation que la falaise qui forme le rivage nord des Bouches ; les deux cassures sont probablement contemporaines. On est donc en droit de supposer que l'effondrement du détroit n'a pu avoir lieu sans modifier la topographie du port, et l'identité des contours de cette baie aux temps néolithiques et actuels rend vraisemblable l'existence des bouches de Bonifacio à l'époque de la pierre polie.

L'emplacement des sources de la région n'a pas été modifié depuis le néolithique.

A proximité de presque toutes les sources qui environnent la ville, se trouvaient un ou plusieurs ateliers, où on taillait le silex et l'obsidienne. C'est, comme je l'ai rappelé plus haut pour les sources de Longone et du puits Saint-Barthélemy, un motif de croire que la région n'a pas subi de bouleversement important depuis le néolithique, et que l'effondrement du détroit est antérieur à cette période. J'ai noté (1) en outre qu'un atelier existait près de la fontaine Saint-Jean, et que les abris sous roche voisins de la fontaine de Saint-Julien sont environnés d'ossements de *Lagomys corsicanus* Cuv., qui sont certainement des restes de repas.

J'ai constaté récemment qu'une fontaine, située dans une petite vallée à 200 ou 300 mètres à l'est du camp de Monte-Leone, devait aussi exister à l'âge de la pierre polie, parce qu'un atelier de taille d'obsidienne n'en est distant que d'une cinquantaine de mètres. Ce fait vient encore à l'appui de mon hypothèse.

CLIMAT DE BONIFACIO A L'ÉPOQUE NÉOLITHIQUE

Me basant sur ce que le *Lagomys corsicanus* a formé à Bonifacio la base de la nourriture de l'homme néolithique, m'appuyant également sur l'absence en Corse des hyménoptères mellifères alpins, notamment ceux des genres *Osmia* et *Bombus*, j'ai avancé que la Corse s'est définitivement séparée du continent pendant le pleistocène ou pendant l'époque chelléenne (2). La Corse était donc une île pendant le néolithique, et devait avoir, au moins dans sa partie méridionale, à peu près la même configura-

(1) *Loco citato.*

(2) *Loco citato*, et *Description de l'Osmia corsica n. sp. et observations sur la faune corse. Bulletin de la Soc. Entom. de Fr.*, 1901, n° 4.

tion que maintenant. Le climat de Bonifacio en découle, il est imposé par l'existence du détroit et par la configuration de la région ; il était le même que de nos jours. Les vents, qui s'engouffraient dans le couloir formé par le détroit, balayaient le plateau avec la même violence qu'aujourd'hui, emportant les nuages et amenant la sécheresse et le froid. Cette hypothèse est confirmée par la nature des coquillages marins dont se nourrissait l'homme, coquillages qui tous vivent encore aujourd'hui dans le port, et témoignent que le climat de Bonifacio n'a que peu varié depuis le néolithique.

M. Stanislas MEUNIER

Professeur au Muséum, à Paris.

LA CAUSE DE LA DISPARITION DES ANCIENS GLACIERS

[551.31:45.9]

— Séance du 11 septembre —

La Corse est au nombre des régions de la France où d'anciens glaciers paraissent avoir laissé des traces éloquentes : le sujet qui les concerne figure parmi les questions mises à l'ordre du jour de la présente session de l'Association française pour l'Avancement des sciences. Dans les quelques pages qui vont suivre je me propose, non pas d'étudier les traces dont il s'agit, mais, en admettant les enseignements qu'elles nous procurent, de rechercher comment les amas glacés qui les ont laissées ont disparu pour faire place à l'état actuel de la surface du sol dans le pays. La question présente comme on voit un caractère de généralité qui la fait déborder, et de beaucoup, les limites de la Corse ; mais la Corse est spécialement bien choisie pour fournir l'occasion de l'examiner, à cause de la valeur de son relief et de la très faible différence qu'il présente avec celui d'autres régions qui, situées sous le même parallèle, subissent encore le régime glaciaire.

La tendance générale des géologues a été de rattacher la disparition des glaciers à un adoucissement climatique de la surface de la terre : il semble plus logique d'admettre que c'est au contraire la disparition des glaciers qui a amené le réchauffement progressif des régions qu'ils recouvraient précédemment et nous allons voir comment les faits d'observation la plus facile, sont d'accord avec cette manière de voir.

Je rappellerai d'abord que, dans tous les pays où des glaciers existent à présent, on constate autour de ces fleuves de glace, en avant de leur moraine frontale comme au-dessus de leurs moraines latérales, des preuves certaines de leur séjour dans des points qu'ils ne recouvrent plus actuellement. D'où cette première conclusion que les glaciers actuels ne sont qu'un reste de glaciers plus considérables. Les preuves dont il s'agit consistent d'une part dans la striation et dans le polissage des roches soit en place, comme sur les flancs ou le fond des vallées, soit charriées, comme sur des blocs erratiques ou sur des galets; et d'autre part en masses de matériaux constituant les *formations glaciaires* avec leur triple forme de terrain accumulé *(moraine)*, de terrain éparpillé *(blocs erratiques)* et de terrain stratifié *(till)*. Ces preuves n'existent pas seulement au voisinage des glaciers actuels; on les retrouve dans des régions où la glace manque absolument et on en conclut logiquement que des glaciers qui ont existé dans ces pays en ont complètement disparu.

En conséquence de ces faits on a porté sur des cartes l'indication des formations glaciaires et on a reconnu avec surprise qu'elles se rencontrent presque partout; d'où la conclusion qu'à une époque géologique peu ancienne, la surface de la terre a été en grande partie recouverte d'une couche à peu près continue de glaces et c'est ce qu'on a exprimé par le terme consacré de *période glaciaire*. On peut sans doute s'étonner de l'empressement avec lequel, après quelques discussions, d'ailleurs peu prolongées, on a admis cette doctrine qui conduit cependant à interrompre, d'une manière très imprévue, le cours de l'évolution si progressive, malgré quelques vicissitudes de détail, des conditions climatériques de la surface terrestre depuis les périodes sédimentaires les plus reculées.

Mais l'examen des traces glaciaires ne se borne pas à nous apprendre qu'il y a eu des glaces là où il n'en existe plus aujourd'hui; il nous révèle aussi, dans une large mesure, l'allure avec laquelle les glaciers disparus se sont fondus. On reconnaît en effet, à la disposition même des vestiges qu'ils ont laissés, que les glaciers n'ont pas disparu tout à coup, mais au contraire d'une manière très progressive; et nous n'avons pas ici à rappeler l'existence dans bien des vallées de moraines frontales placées les unes derrière les autres à des intervalles plus ou moins longs et démontrant un retrait successif en même temps que saccadé.

Enfin, et c'est là un fait d'une importance qui a paru exceptionnelle, on trouve en bien des régions, des indices de plusieurs périodes glaciaires qui se seraient succédé les unes aux autres avec des intermèdes plus ou moins longs et plus ou moins nombreux de température relativement douce.

Pour expliquer toutes ces apparences, dont la description sortirait de notre sujet, on a généralement recours à la supposition de modifications

convenables dans les conditions générales du globe. La terre aurait subi les uns après les autres des refroidissements et des réchauffements généraux. Et cela suppose que toutes les traces glaciaires observées dans les pays les plus divers sont rigoureusement synchroniques.

Sans m'occuper ici des causes de l'extension des glaciers, ou du moins sans m'en occuper d'une manière spéciale, je demande la permission de montrer comment on simplifie l'histoire de ces grands phénomènes en accordant une considération suffisante à une foule d'observations d'où il résulte que les traces dont nous avons rappelé l'existence ne sont point synchroniques comme on le pensait tout à l'heure ; mais qu'au contraire, elles proviennent de séries de phénomènes locaux indépendants les uns des autres, comme sont indépendants aujourd'hui les glaciers des divers massifs montagneux. Et cet appel aux « causes actuelles » vaut d'être souligné.

En admettant ce point de vue nouveau on arrive à substituer à la conception d'une ou de plusieurs périodes glaciaires ayant donné à la surface terrestre un caractère tout à fait singulier, l'opinion que les centres de froid ont simplement changé de place au cours des temps et que jamais la surface recouverte par la glace à un même instant n'a été beaucoup plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui.

L'application de cette méthode à l'histoire de la disparition des glaciers est spécialement éloquente et c'est sur elle qu'en peu de mots, je vais m'arrêter ici.

A cet égard la première conséquence à retirer des faits rappelés plus haut, c'est que la masse des matériaux arrachés aux massifs montagneux par l'action glaciaire est gigantesque. Non seulement le glacier agit par lui-même d'une manière continue pour user les roches qui le supportent et transporter dans les basses vallées les débris pierreux qui le recouvrent, mais il donne aux agents de dénudation ordinaires une activité toute spéciale ; en outre, il remet constamment des surfaces débarrassées de débris à la portée de ces mêmes agents. Si l'on essaye de refaire le cube de substance ainsi arrachée à un massif montagneux donné par la dénudation dont il s'agit et si l'on n'oublie pas que ce cube ne consiste pas seulement dans les blocs, les galets, les sables et les boues encore distribués sous forme de terrain glaciaire, mais comprend aussi la colossale quantité de particules emportées au loin par les eaux sauvages et par les eaux courantes, ainsi que par les vents, on arrive à un chiffre gigantesque.

En second lieu, si par la pensée on remet le massif considéré en possession de toute cette quantité de matière qu'il a perdue, on en augmente du même coup l'altitude d'une façon considérable ; et ceci étant admis, il faut remarquer qu'on ne pourrait surélever beaucoup la plupart de nos montagnes dépourvues des glaciers qui y ont naguère existé, sans leur procurer

une hauteur suffisante au rétablissement spontané du régime glaciaire. La Corse est spécialement favorable à l'expression de cette assertion, car il suffirait d'augmenter bien peu le relief de ses sommets principaux pour les transporter dans les régions atmosphériques où le régime de la neige persistante serait reconstitué.

Le point essentiel ici, c'est d'ajouter que la conséquence à tirer de ces remarques, c'est que le glacier ancien dont on retrouve les traces dans la région maintenant réchauffée, a pu suffire, sans aucune intervention d'action différente, pour abaisser l'altitude du massif qui le contenait et pour supprimer progressivement les conditions indispensables à sa propre existence. Ceci mérite d'être précisé, car il en découlera une théorie de la disparition des glaciers qui est infiniment plus simple, non seulement que celle dont nous rappelions tout à l'heure les grandes lignes, mais même que la supposition d'Alcide d'Orbigny qui rattachait la fusion des glaciers des Vosges par exemple à un affaissement général du pays, sous l'influence des forces intra-terrestres.

Pour donner au sujet le maximum de clarté dont il nous paraît susceptible, nous choisirons un petit nombre de types parmi les régions marquées au sceau des phénomènes glaciaires et nous montrerons qu'elles peuvent se rattacher les unes aux autres comme les représentants de diverses phases successives dans une évolution continue. Ces types seront empruntés successivement aux Vosges, aux Pyrénées et aux Alpes. Il sera facile, après les avoir comparés, de reconstituer jusque dans ses détails les plus intimes le phénomène de la disparition des glaciers.

Dans les Vosges, on voit autour de certains sommets montagneux, irradier véritablement tout le cortège des manifestations glaciaires, moins la glace : les moraines échelonnées dans toutes les vallées, les surfaces couvertes de terrain éparpillé, les blocs erratiques, les surfaces rocheuses polies, moutonnées et striées. Si par la pensée, on restitue à la chaîne des Vosges tout ce qu'elle a perdu, du fait de la dénudation, on lui procure sans peine un relief comparable à celui des Pyrénées et par conséquent on met ses sommets en condition de retenir la neige persistante et du même coup d'alimenter des glaciers. C'est dire que dans le passé, alors que le massif n'avait pas perdu toute la substance des terrains de transport qui lui font comme une auréole, elle jouissait d'une altitude plus que suffisante pour que, sans supposer rien de changé dans les circonstances essentielles de la surface au point de vue météorologique, elle ait pu être garnie de glaciers dans toutes ses vallées.

Dans les Pyrénées, que nous avons choisies comme deuxième type, on constate encore à l'heure actuelle des glaciers, mais qui diffèrent de ceux des Alpes par un caractère très frappant. Il sont aussi larges que ces derniers dans leur région supérieure et aussi richement pourvus de bassins

neigeux alimentaires, mais ils ne se continuent pas, à leur partie inférieure, par ces longs écoulements de glace qui sont si ordinaires dans les Alpes et qui y descendent si bas dans tant de vallées, comme à la Mer de Glace ou aux Bossons, où ils se terminent sous les arbres dans des points dont la température moyenne annuelle est relativement très élevée. Si on remettait sur la chaîne des Pyrénées la masse des matériaux qui en ont été arrachés depuis que s'exerce à ses dépens l'action dénudatrice de l'intempérisme, on porterait son altitude à une valeur comparable à celle des Alpes et dès lors, il n'est pas douteux que ses glaciers, alimentés d'une façon bien plus riche qu'ils ne le sont actuellement, reprendraient les prolongements inférieurs qui les mettaient jadis en rapport avec les moraines de tous genres qu'on retrouve encore dans des points qu'ils ne peuvent plus jamais atteindre.

Enfin dans les Alpes, on répéterait les mêmes observations : la remise en place de l'énorme cube de substances arrachées par la dénudation, donnerait au massif montagneux une extension et une surélévation auxquelles correspondrait nécessairement une augmentation dans les dimensions et dans le nombre des glaciers. Ceux-ci reviendraient sans peine au contact d'une foule de moraines qu'ils ont abandonnées depuis un temps considérable.

Comme on le voit, ces remarques contiennent pour ainsi dire en elles-mêmes cette conséquence qu'un glacier, exerçant sur le sol qui le supporte et sur celui qui l'entoure une action démolissante des plus énergiques, il abaisse progressivement la montagne qui l'alimente de neige et détermine fatalement, par cela seul, une diminution dans l'abondance même de son alimentation. Le premier effet de cette diminution progressive est d'amener un raccourcissement dans le glacier, raccourcissement qui le plus souvent n'est pas régulier, mais animé d'une allure plus ou moins saccadée à cause des dimensions variables des vallées aux diverses hauteurs. Aux périodes relativement prolongées de dimensions constantes correspond l'édification des diverses moraines qui sont en avant des glaciers diminués ou disparus ; aux périodes de recul continu, correspond l'extension du terrain glaciaire éparpillé qu'on rencontre entre ces moraines.

Ce premier point mérite d'être souligné ; nous pouvons, dans un massif montagneux donné, concevoir la diminution progressive et même la disparition totale d'un glacier sans qu'il soit utile de faire intervenir, comme explication, autre chose que des conditions purement locales : conditions qui varient, par la force même des choses, en conséquence de l'abaissement continu des sommets.

L'action démolissante à laquelle cèdent les aspérités du sol, résulte à la fois du travail direct des glaces et de l'énergie que le voisinage de ces glaces communique aux agents habituels de la dénudation sub-aérienne ;

et peut-être ne sera-t-il pas inutile à ce sujet de constater que le glacier, par son propre poids, agit sur les roches sous-jacentes d'une façon tout à fait efficace. On a parfois contesté ce fait, mais c'est qu'il se trouve toujours quelqu'un pour contester les choses les mieux démontrées ; — et c'est aussi qu'on s'est laissé prendre, avec une naïveté vraiment très singulière, à cette circonstance qu'une fois polies par les glaciers, les roches remises en présence des intempéries résistent beaucoup mieux à leur attaque que les roches frustes. C'est pourtant une notion bien courante que le poli préserve beaucoup de pierres en les mettant à même de refuser aux agents de démolition toutes sortes de conditions favorables qu'ils rencontrent sur les surfaces rugueuses.

Mais l'usure réalisée par les glaciers est démontrée, non seulement par la forme des roches qu'ils ont frottées et qui sont moutonnées, cannelées et striées, mais encore et surtout par l'état boueux des eaux qui s'écoulent à leur tête sous la forme de torrents parfois très volumineux. Les troubles de ces eaux ne peuvent être autre chose que le résultat de la trituration des roches sous-jacentes aux glaces et rappellent la boue que produit le fil métallique enduit d'émeri du lapidaire, qui scie une masse pierreuse : ici le fil métallique est représenté par le glacier tout entier qui se meut lentement mais continûment dans le sens de la pente du sol, et l'émeri est représenté de son côté, par le cortège des pierrailles de toutes grosseurs que le fleuve solide charrie et écrase sous lui.

Ajoutons que le fait du « sciage » de la montagne par le glacier est démontré d'un seul coup d'œil par la pénétration verticale de celui-ci au travers de son support pierreux et par le dégagement, sur ses deux rives, d'une berge plus ou moins haute de roches moutonnées, cannelées et striées en des points où la glace ne saurait plus atteindre à aucun moment. C'est de même que le fil du lapidaire laisse au-dessus de lui la zone qu'il a sciée et sur les parois de laquelle il a marqué la trace certaine de son passage.

D'ailleurs, il ne faut pas croire que les roches polies par les glaciers soient devenues inaccessibles à la démolition par les intempéries : au contraire, et l'on peut dire que la masse qui en subsiste à présent n'est que la partie inférieure de celle que nous observerions, sans la désagrégation postérieure dont il s'agit. Nous avons fait à cet égard des observations positives en plusieurs points des Alpes et spécialement sur la Mer de Glace et sur les glaciers des Bossons, de Grindelwald et d'autres. Dans toutes ces localités, on reconnaît sans peine que la limite supérieure des roches moutonnées au-dessus du glacier est très éloignée d'être nette et continue : elle est au contraire toute déchiquetée et l'on constate que le poli y est beaucoup moins parfait que dans des zones moins élevées. Il arrive même de voir comme des îlots polis au-dessus de cette ligne terminale le long de la paroi

de la vallée, où ils représentent des points spécialement résistants et que les intempéries n'ont pas pu attaquer aussi vite que les parties voisines. On sait aussi que cette limite supérieure est moins inclinée que les vallées et par conséquent que les glaciers actuels.

Ces observations conduisent à reconnaître que les diverses zones des roches polies sur une même paroi sont d'autant plus anciennes qu'elles sont plus élevées et il semble très légitime d'ajouter que beaucoup de surfaces polies les plus hautes ont dû disparaître en partie, par le fait des intempéries. De sorte que si on n'avait pas déjà toutes sortes de raisons de protester contre l'idée singulière, quoique généralement acceptée, que les anciens glaciers ont eu dans le passé toute l'épaisseur mesurée par la distance qui sépare leur thalweg du plus haut niveau des roches polies, — il faudrait reconnaître que cette dimension n'est pas suffisante et qu'il faudrait sans doute l'augmenter beaucoup pour restituer l'altitude des plus hauts niveaux anciennement moutonnés.

A côté de l'usure directe du sol par le frottement des glaciers, il y a à mentionner le rôle énorme de ces agents comme organes de transport des fragments séparés des montagnes par les causes les plus diverses. Tandis que, dans les vallées ordinaires, les flancs ont leur pied recouvert d'épais placages d'éboulis, qui protègent les roches en place contre l'intempérisme, — au contraire, dans les vallées où circulent des glaciers, tous ces débris sont emportés au fur et à mesure de leur chute et les parois rocheuses sont constamment dépouillées de cette cuirasse protectrice, à la démolition de laquelle les agents d'érosion s'occupent ailleurs si longtemps. Aussi les formes des versants sont-elles très spéciales et le décapage des roches se poursuit-il avec une vitesse toute spéciale. Les pentes beaucoup plus accentuées puisqu'elles ne sont pas adoucies par les amas d'éboulis se prêtent à la précipitation de torrents et de chutes d'eau qui, de leur côté, entraînent, avec une intensité à part, des masses de matériaux empruntés aux régions hautes du voisinage, et pendant que les vallées glaciaires s'approfondissent, les reliefs qui les séparent se décapent aussi fort énergiquement.

Ce n'est pas ici le lieu pour insister sur le mode d'usure des montagnes par les torrents et je m'en suis occupé ailleurs avec détails; disons seulement que les zones rocheuses sont débitées en segments qui s'isolent de plus en plus les uns des autres et qui se réduisent successivement en massifs de moins en moins volumineux, en même temps qu'il subissent l'érosion générale.

Enfin, la présence des glaciers donne à l'action dénudatrice de l'eau une activité spéciale : les condensations atmosphériques sont plus abondantes que partout ailleurs et le sol se démolit en raison même du cube aqueux qui s'attaque à lui.

Pour toutes ces raisons, les montagnes garnies de glaciers sont vouées à une démolition tout spécialement rapide et qui se manifeste à la fois par leur réduction en sommets de plus en plus séparés les uns des autres et par la diminution progressive de leur relief.

A ce dernier égard et en renversant la série des descriptions rapides que nous présentions tout à l'heure, on conçoit très simplement comment une chaîne montagneuse ayant d'abord le caractère alpestre, défini comme il a été dit, prend progressivement le caractère pyrénéen. Les parties hautes s'abaissant peu à peu, par suite des phénomènes qui viennent d'être décrits, l'alimentation de chaque glacier devient moins abondante. Le volume de glace se restreignant, il ne peut plus, à un certain moment, atteindre à la moraine frontale qui d'abord avait été édifiée, et alors, il y a « recul » du glacier, selon l'expression consacrée. Suivant la rapidité de ce recul, le sol prendra des apparences spéciales, et si l'allure en est saccadée, comme elle doit l'être dans la majorité des cas à cause des variations de forme des cirques et de la vitesse inégale des fusions, il y aura, de temps en temps, des arrêts apparents avec constitution, pendant chacun d'eux, d'une moraine frontale plus ou moins parallèle à la première. En même temps le glacier, pénétrant verticalement dans le sol qui le supporte, laissera voir, sur chacune de ses berges, une hauteur de plus en plus grande de roches moutonnées. Et c'est ainsi qu'à un certain moment les montagnes seront assez abaissées pour que les glaciers n'aient plus l'énergie suffisante pour envoyer leurs longs rubans glacés dans les parties basses des vallées. Ils se borneront aux élargissements de leurs régions supérieures et c'est alors que le régime pyrénéen sera tout à fait caractérisé.

Mais on conçoit que cet état ne soit lui-même que transitoire. Le même mécanisme se continuant et les sommets s'abaissant toujours, les parties supérieures devront elles-mêmes se restreindre, et enfin, le niveau des points culminants atteignant en descendant la zone atmosphérique où, sous la latitude considérée, la neige cesse de pouvoir persister d'une année à l'autre, les glaciers se fondront peu à peu et disparaîtront en laissant un pays tout recouvert de traces glaciaires, sauf celle qui consiste dans la présence de l'eau solide. Cet état, c'est celui des Vosges, c'est celui de la Corse, c'est celui du Plateau Central, c'est celui de la Bretagne et de bien d'autres pays qui se sont abaissés, non pas en conséquence d'affaissements généraux du sol, comme le pensait Alcide d'Orbigny, mais par suite de la physiologie même des glaciers.

D'ailleurs, cette théorie si simple de la cause de la disparition des glaciers, qui se trouve vérifiée chaque fois qu'on cherche à l'appliquer à une région nouvelle, se prête, par une extension toute naturelle, à rendre compte d'apparences très singulières et dont la signification a été singulièrement méconnue, puisqu'on y a vu les preuves d'une succession de plu-

sieurs époques glaciaires séparées les unes des autres, pendant la durée des temps pliocènes et quaternaires, par des périodes de réchauffement.

L'étude de la dénudation glaciaire, comprise comme nous le faisions sentir il n'y a qu'un moment, conduit à reconnaître à ce grand phénomène les analogies les plus intimes avec la dénudation fluviaire. On remarquera que le travail transversal et spécialement la constitution et le déplacement des méandres y sont peu accusés; mais c'est un trait commun avec les rivières resserrées dans des gorges et empêchées de divaguer transversalement. Quant à ce qui est du travail vertical, l'identité est complète. On sait que, tandis que le travail de l'érosion transversale se propage du haut en bas des vallées en suivant pour ainsi dire la direction de l'écoulement de l'eau elle-même, — le travail de l'érosion verticale se signale, au contraire, par sa tendance incoercible à la régression et remonte ces vallées jusqu'aux sources même et au delà dans beaucoup de cas. C'est à cette dernière circonstance que se rattachent les faits de « capture » des cours d'eau dont l'admission par les géologues est si décisive, à elle seule, contre les théories, encore en faveur cependant, de creusement rapide et violent des vallées.

Or, ces phénomènes de « capture », ainsi que je l'ai montré depuis longtemps déjà, se réalisent dans la physiologie des glaciers comme dans celle des cours d'eau, et ils y produisent des effets qui ont été souvent interprétés de la manière la plus erronée.

Je sais bien qu'à l'époque où j'ai mis en circulation la notion de la capture des glaciers, des critiques sévères lui ont opposé de leur cabinet des objections péremptoires. Mais je sais aussi que peu de temps après ma publication la conclusion en a été confirmée par des géologues voyageurs. Au Spitzberg, c'est sir Martin Couway qui a vraiment assisté au phénomène; aux États-Unis, c'est M. W. D. Johnson qui a reconnu le caractère regressif de la dénudation glaciaire.

En conséquence des diverses particularités de l'érosion glaciaire et spécialement par la force procurée à l'intempérisme, chaque glacier, en même temps qu'il contribue à abaisser le massif montagneux générateur, fait subir à son point d'alimentation la régression dont nous parlions tout à l'heure; quand elle est rocheuse, la ligne de faîte, qui alors sépare des glaciers distincts, est attaquée de bas en haut et ses débris sont emportés par les glaciers qui partent de son pied. Dans bien des localités, cette arête rocheuse, après avoir été successivement amincie, cède à la fin et s'écroule, et alors une communication s'établit entre deux glaciers d'abord tout à fait séparés et qui s'écoulaient suivant des directions différentes. Si la pente de ces deux glaciers est inégale, et c'est ce qui arrive d'ordinaire, le plus incliné soustrait à l'autre une partie plus ou moins grande de sa substance constitutive et les phases indiquées plus haut de la disparition progressive des glaciers peuvent en être fortement influencées.

Considérons, en effet, un glacier à forte pente, charriant avec activité dans le bas de sa vallée les matériaux pierreux de toutes grosseurs dont il est recouvert, qui imprègnent toute sa masse et qui constituent un lit continu entre lui et la roche sous-jacente. A mesure que la montagne s'abaisse et que le glacier entre verticalement dans le sol, il perd de sa longueur parce que son bassin d'alimentation s'appauvrit et le voilà qui recule, en édifiant moraine derrière moraine. Le recul va même plus vite que nous ne l'avions laissé voir tout à l'heure, à cause même de la régression des sources et, à la rigueur, le glacier pourrait faire reculer sa moraine frontale sans pour cela (au moins pendant quelque temps) changer de longueur absolue. Ceci est une différence avec les rivières qui, en remontant leur source, ne modifient cependant pas la position de leur embouchure, et qui s'allongent nécessairement.

Dans ces conditions, nous pouvons considérer le glacier choisi, au moment où, en avant de son front, s'étend un large espace limité en bas par la plus inférieure de ses moraines frontales et qui, sur un lit de terrain glaciaire éparpillé, peut retenir de la terre végétale nourrissant des arbres et des herbes et retenant un étang habité par une faune plus ou moins nombreuse. Mais si la régression, en se continuant, amène enfin la destruction de la crête rocheuse et établit la communication avec un autre glacier de pente moins forte et qui pourra être très volumineux, alors la « capture » sera réalisée et une contribution toute nouvelle de glace prendra son cours par le lit du glacier en voie de diminution et qu'on pouvait croire plus ou moins près de sa disparition. Cette contribution donnera nécessairement au glacier une augmentation de dimension ; il pourra reprendre une partie de sa longueur primitive; il pourra la reconquérir tout entière; il pourra même la dépasser. Dans tous les cas, il refoulera sa moraine frontale qui deviendra profonde, envahira la zone où la végétation et la faune s'étaient établies, remplira le lac, regagnera les moraines qu'il avait abandonnées et pourra même les dépasser et envahir des vallées où la glace n'avait pas pénétré encore, comme cela paraît être le cas pour le *Blümlisalp* dans le Lauter-Aar. Ceci, comme on voit, est calqué sur les incidents des captures de rivières, avec intervention toutefois du coefficient propre aux glaciers.

Bien entendu, les lois générales de la disparition des glaciers persistent quand même et le glacier, subitement agrandi comme nous venons de le voir, ne tarde pas à subir les diminutions successives qui sont la conséquence fatale de son existence même. Il recule de nouveau, remet à l'air la zone où précédemment le lac avait eu son existence éphémère et recouvre le sol de ses formations spéciales.

Si plus tard une coupe permet d'étudier la constitution du terrain, on est frappé de trouver une zone fossilifère comprise entre deux formations

morainiques et l'idée première qui vient à l'esprit est que le pays, après avoir subi de très grands froids causes de très grands glaciers, s'est réchauffé de façon à permettre l'explosion de la vie dans les points débarrassés de glace, pour éprouver ensuite un nouveau refroidissement dont la seconde formation morainique est le témoignage. Et l'erreur a été de croire que la raison de ces vicissitudes des dimensions du glacier sont rattachables à des conditions générales ayant intéressé toute la surface de la terre et non à des particularités toutes locales, comme nous venons de le montrer.

L'explication de ce point de vue faux est d'ailleurs très facile à retrouver. Il se trouve, en effet, que l'allure des glaciers est sensiblement la même dans toutes les vallées, de sorte qu'elle produit de tous les côtés les mêmes effets; et, par exemple, les cas de captures sont innombrables exactement comme ils sont innombrables pour les rivières. Ici ils donnent toujours lieu au même résultat: une assise fossilifère, généralement ligniteuse, pincée entre deux moraines. La ressemblance d'un point à l'autre est si grande qu'on a été porté à croire que le phénomène s'était déclaré partout exactement au même moment.

Mais, c'est aussi peu réfléchi que si l'on voulait poser en fait que tous les cas de captures de rivières se sont faits exactement à la même heure dans toutes les vallées, et je ne saurais trop appeler l'attention sur ce point. Il faudrait trouver une cause générale de capture des cours d'eau et il est clair que l'imagination lancée dans cette voie trouverait à édifier quelque théorie sur l'insanité de laquelle nous n'avons pas à insister. Or je ne crains pas de dire que la théorie des époques glaciaires multiples n'est pas plus raisonnable.

Il faut remarquer que nous n'avons aucun moyen bien commode pour décider que des traces glaciaires sont rigoureusement synchroniques ou qu'elles sont distantes de ces intervalles de temps de 5.000, de 10.000, de 20.000 ans, qui sont évidemment négligeables comparées à la durée des périodes géologiques tout en étant extrêmement longues vis-à-vis des phénomènes humains. Or si, tout en étant comprises dans le laps de temps qui nous sépare de l'époque pliocène, les différentes intrications de terrain fossilifère et de terrain glaciaire d'où l'on a tiré la notion des périodes successives de refroidissement sont, dans deux vallées voisines l'une de l'autre, seulement espacées de quelques siècles ou de quelques milliers d'années, l'état général de la surface du globe est bien différent de ce qu'il serait avec la simultanéité absolue des phénomènes; et le besoin n'existerait pas d'invoquer des causes générales.

Un autre point qui, pour nous, rend le doute impossible, c'est le désaccord des témoignages fournis par les régions glaciaires quant au nombre des vicissitudes dont il s'agit : rappelons, sans insister, que les retours apparents du froid ne sont pas en même nombre dans des points

choisis sur les deux versants des Alpes ; que l'Écosse apporte des nombres différents encore, et concluons que la cause générale ne peut être admise.

Du reste, et ce sera notre dernière remarque, ce qui concerne les retours des glaciers dans les vallées qu'ils avaient déjà occupées s'étend à l'histoire tout entière de la disparition des glaciers ; et l'on a raisonné avec une légèreté bien singulière quand on a admis que dans des régions distinctes la fonte des glaces s'était réalisée en même temps. Évidemment, étant en présence de masses non stratifiées, on manque du principal guide dans la détermination des âges relatifs des phénomènes ; et cependant il y a des indices que les formations glaciaires des diverses régions n'ont pas la même antiquité.

Quand on dit que les anciens glaciers des Vosges existaient au même moment que la portion maintenant fondue des glaciers des Pyrénées et des Alpes, on affirme un fait sans démonstration. Les Vosges constituent une chaîne de surrection de beaucoup antérieure à celle des Pyrénées et des Alpes et les glaciers ont pu s'y faire bien avant ; les traces glaciaires qu'on y rencontre ont un air d'antiquité beaucoup plus grand et il se pourrait que les Vosges eussent été déjà rendues à la vie active, quand les hautes montagnes qui viennent d'être nommées en étaient à leur maximum glaciaire. Ce qui est sûr c'est que parmi les pays débarrassés maintenant des glaces qui les ont jadis recouverts il y a de grandes différences d'âge et la Bretagne, de même que le Plateau Central, ont vu sans doute leurs glaciers disparaître bien plus anciennement que la chaîne des Vosges. C'est ce qui explique la difficulté bien plus grande de retrouver les traces glaciaires avec certitude, les intempéries travaillant à les faire disparaître avec une activité incessante.

Ces remarques, sur lesquelles il ne nous est pas loisible d'insister ici et qui s'étendent à toutes les régions de la terre, conduisent à substituer la doctrine de l'indépendance locale des phénomènes glaciaires à celle aujourd'hui en faveur de leur simultanéité et de leur liaison réciproque. Son grand avantage est de résulter de l'observation impartiale de l'allure que la dénudation, étudiée dans sa généralité, manifeste sous nos yeux, en même temps qu'elle vient cadrer d'une manière spécialement satisfaisante avec la notion acquise de l'évolution thermique continue de la surface terrestre. On peut croire que l'avenir est à cette conception, inspirée par le point de vue « activiste », dont la légitimité s'est déjà affirmée dans les chapitres les plus divers de la Géologie.

M. V. GAUTHIER

DERNIERS ÉCHINIDES FOSSILES RECUEILLIS EN PERSE ET EN ÉGYPTE

[563.9:955:962]

— Séance du 13 septembre —

C'est à M. J. de Morgan que reviennent tout l'honneur et le mérite d'avoir recueilli et rassemblé les précieux matériaux qui m'ont permis d'étudier la faune si intéressante des Échinides de la partie occidentale de la Perse. Envoyé en mission scientifique dans l'Asie antérieure, il séjourna vingt-sept mois dans ces régions peu hospitalières, exposé chaque jour à mille dangers, et, grâce à son énergie et à sa persévérance, il en rapporta, avec de précieux renseignements sur la géographie du pays, une riche provision d'observations ethnologiques et archéologiques et toute une cargaison de fossiles parmi lesquels dominaient les Échinides; je ne m'occuperai ici que de ces derniers. En 1894, Cotteau en entreprit l'étude et me demanda de partager ce travail avec lui ; chacun de nous se mit aussitôt à l'œuvre, mais la mort ne permit pas à mon regretté maître et collaborateur de voir publier la partie qu'il avait rédigée. Le premier fascicule parut en 1895 et, comme les personnes qui s'intéressent à ces études ont pu, depuis six ans, se rendre compte de cette faune lointaine, je n'en ferai ici qu'un très court résumé.

Les oursins recueillis à l'ouest de la province du Louristàn, dans les ravins escarpés de deux importantes chaînes de montagnes, le Poucht-é Kouh et le Kebir-Kouh (la Grande-Montagne) se partagent en deux séries: la première qui comprend les espèces recueillies dans le Crétacé inférieur et moyen n'offre que de rares spécimens souvent mal conservés ; la seconde qui comprend les Échinides du Sénonien est beaucoup plus riche et abonde en types variés et intéressants.

Les genres recueillis dans le Crétacé inférieur du Kébir-Kouh, à une altitude de 2.480 mètres, sont au nombre de trois : *Pseudananchys* Pomel, *Hypsaster* Pomel et *Hemiaster* Desor ; si le dernier est très commun partout, les deux premiers plus rares et moins connus nous permettent tout d'abord un rapprochement d'une grande importance, car jusqu'à présent l'un d'eux n'a jamais été rencontré ailleurs qu'en Algérie et en Tunisie, et de plus les espèces de la Perse sont très voisines de celles qu'on trouve

dans ces deux derniers pays, nous montrant ainsi une grande affinité entre les types de l'Est et de l'Ouest de la grande Méditerranée d'alors si réduite aujourd'hui.

La série sénonienne nous a fait connaître des types entièrement nouveaux, tels que le genre *Iraniaster* Cotteau et Gauthier qui offre le bizarre assemblage d'un appareil apical subcompact et d'un plastron méridosterne. Cette disposition, qui est en contradiction avec ce qui existe chez tous les *Spatangidæ*, n'était connue que chez le genre *Stenonia* Desor et était regardée comme une anomalie, anomalie qui maintenant commence à devenir règle, puisque nous la retrouvons dans un second type dont les formes, au premier aspect, paraissent très différentes. Je reviendrai plus loin sur cette observation.

Les autres genres nouveaux sont au nombre de cinq: *Pygurostoma*, *Pseudocatopygus*, *Vologesia*, *Coptodiscus*, *Actinophyma* et constituent pour ainsi dire l'originalité de cette faune. Le reste appartient à des genres antérieurement connus en Algérie et en Europe :

Holaster Agassiz, *Hemipneustes* Ag., *Hemiaster* Desor, *Opissaster* Pomel, *Ornithaster* Cotteau, *Catopygus* Ag., *Bothriopygus* (*Parapygus*) d'Orbigny, *Echinobrissus* Breyn, *Pyrina* Des Moulins, *Echinoconus* Breyn, *Holectypus* Desor, *Salenia* Ag., *Coptosoma* Desor, *Orthopsis* Cotteau, *Goniopygus* Ag., *Plistophyma* Gauthier, *Cidaris* Lamarck, *Orthechinus* Gauthier. On voit par cette liste que la faune ordinaire de la Méditerranée est largement représentée à cette extrémité orientale.

Depuis la publication de ces Échinides, M. de Morgan est retourné en Perse; il a revu les gisements qu'il avait déjà visités, il a poussé ses explorations plus loin et il a recueilli des documents nouveaux. Ces documents m'ont servi à la rédaction d'un second fascicule; la description des espèces est terminée, mais la publication n'en est pas encore faite; les noms que je donnerai à ces oursins dans mon résumé ne seront donc définitifs que lorsque les types auront été figurés et l'ouvrage livré au public; si je les cite ici, c'est pour donner plus de clarté à ces notes.

Comme dans la première partie, il y a des oursins du Crétacé inférieur et d'autres du Sénonien ; il y a aussi un lot d'espèces tertiaires, rencontrées pour la première fois et qui achèveront de nous donner des notions plus précises sur la géologie de ces régions inexplorées jusqu'ici.

La partie inférieure du Crétacé, Aptien, Albien et peut-être Cénomanien a fourni les mêmes genres déjà cités, auxquels il faut ajouter un grand *Holaster* (*H. subconicus*) qui se rapproche des types européens et algériens *H. latissimus*, Ag., *H. Toucasi* Coquand, mais avec des caractères spécifiques différents, et un très grand *Discoides* (*D. Morgani*) qui rappelle comme forme le *D. conicus* Desor, mais le surpasse au moins six fois en taille. Le genre *Hypsaster* est représenté par deux espèces nou-

velles dont l'une, *H. Douvillei*, atteint une taille égale à celle des plus grands types de l'Algérie ; l'autre (*H. Valamtarensis*) offre des proportions plus modestes et ne dépasse pas cinquante millimètres de longueur. Le développement de ce genre et l'analogie des formes avec les espèces du Bou-Thaleb (Constantine) sont, à une telle distance, des faits vraiment remarquables et il y a bien lieu de s'étonner de la propagation si lointaine de types qui n'étaient ni bons nageurs ni pionniers agiles et ne se mouvaient que lentement sur les fonds de vase qu'ils habitaient.

Parmi les Échinides sénoniens un fragment important de *Rhabdocidaris* et un assez grand *Epiaster (E. ovalis)* représentent deux genres que je n'avais pas rencontrés dans les matériaux du premier fascicule. J'y ai trouvé aussi le genre *Stenonia* Desor *(St. Morgani)* et une troisième espèce du genre *Iraniaster (I. nodulosus)*. Ce dernier a toutes la plaques de son test bombées et légèrement noduleuses, ressemblant assez aux plaques des *Stenonia* : c'est un premier rapprochement entre ces deux genres que je regardais comme si différents malgré le caractère commun de leur appareil et de leur plastron. Parmi les exemplaires nouveaux de l'*Iraniaster Douvillei* plusieurs atteignent une grande hauteur ; chez le plus élevé de tous la hauteur est de 88 centimètres de la longueur ; elle est plus considérable que celle du *St. Morgani* qui n'est que de 83 centimètres. Cette forme élevée, assumée par certains individus, est un second point de rapprochement, et ce dernier *Iraniaster* ayant en même temps une partie de ses plaques ambulacraires bombées ressemble presque à un jeune *Stenonia*. Par suite, ces deux genres qui me parurent d'abord si différents ont maintenant à mes yeux de grandes affinités. On comparait auparavant les *Stenonia* avec les *Echinocorys ;* ils me paraissent aujourd'hui plus voisins des *Iraniaster*.

Le genre *Hemiaster*, représenté dans le premier fascicule par quatre espèces très spéciales, est représenté ici par quatre autres très différentes dont deux *(H. Morgani, H. Kanepanensis)* sont de grande taille et rappellent de près les grands individus recueillis au même horizon en Algérie et en Tunisie, *H. superbissimus* Coquand, *H. enormis* Thomas et Gauthier. Le genre *Opissaster* Pomel, qu'on regardait volontiers comme tertiaire et comme un dérivé du genre *Schizaster*, nous offre encore une espèce nouvelle à la suite des deux qui ont été décrites en 1895. Le nouveau type *(Op. Douvillei)*, à peu près de même taille que les précédents (1) (24 millimètres de longueur) est caractérisé par l'énorme développement de son sillon impair, qui occupe presque toute la face antérieure et ne le cède pas, en tenant compte de la différence de taille, à celui de l'espèce abyssale actuelle qu'on appelle *Aceste bellidifera* Wyv. Thomson. La Perse nous

(1) Nous avons indiqué en 1895 une longueur de 15 millimètres pour l'*Opissaster Morgani,* mais dans la nouvelle récolte il y en a qui mesurent 25 millimètres ; les exemplaires sont abondants.

fournit donc au moins trois espèces du genre *Opissaster* à l'époque crétacée supérieure ; peut-être même en trouverait-on en France à peu près au même horizon ; ce qu'il y a de certain c'est que ce genre a précédé les *Schizaster* et qu'il en est probablement la première ébauche.

Parmi les oursins réguliers, j'ai dû établir une deuxième espèce du genre *Cidaris* (C. scabra) ; le *Salenia cossiæa* se présente de nouveau avec de nombreux exemplaires, dont un très haut que je ne sépare point du type spécifique ; on y treuve aussi une nouvelle espèce d'*Orthechinus* (O. Cotteau) et enfin d'assez nombreux et meilleurs exemplaires de l'*Actinophyma spectabile* Cotteau et Gauthier. En établissant ce nouveau genre (1894), nous n'avions, Cotteau et moi, qu'un échantillon mal conservé que nous avions cru adulte et qui n'était qu'un sujet jeune et insuffisant. Toutefois ce fragment présentait une physionomie si particulière que nous avions décidé d'en faire le type d'un genre nouveau. M. de Morgan en a envoyé de nouveau une dizaine d'exemplaires, entiers ou en fragments, dont plusieurs bien nets et seuls utilisables, car les fossiles de ce terrain ne peuvent pas se nettoyer d'une manière satisfaisante. L'un deux, entier, mesure 69 millimètres de diamètre et 32 de hauteur. L'examen de ces nouveaux spécimens m'a obligé à refondre toute la diagnose du genre : ce sont des Cyphosomiens à zones porifères fortement bigéminées du sommet au pourtour ; toutes les sutures des plaques sont marquées d'impressions et ces impressions aboutissent dans les aires interambulacraires à de petites fossettes placées à l'angle des plaques ; les plaques elles-mêmes creusées à la base par les impressions et relevées en bosse, forment comme deux rangées des pavés d'une rue. Ces caractères se reproduisent sur tous les exemplaires, même sur de plus petits que notre premier type dont le mauvais état ne nous avait pas permis de voir les détails les plus importants. Les tubercules, comme il a été dit dans la première description, sont fortement crénelés et rayonnants, ce qui achève de donner à cet oursin une physionomie que nous ne connaissons à aucun autre de cette époque. Le genre *Temnocidaris* Cotteau, avec ses tubercules lisses, ses plaques non renflées, ses fossettes disposées autrement, n'a rien de l'aspect rugueux de l'*Actinophyma spectabile*.

Ainsi ces nouveaux matériaux m'ont permis d'établir que la faune du *Crétacé* inférieur, si pauvrement représentée dans le volume publié en 1895, est importante et peut fournir un nombre de types assez considérable ; en même temps j'ai pu reconnaître des affinités dont les premières récoltes ne donnaient pas la preuve et compléter l'étude de certains types trop peu connus. Ce sont des résultats auxquels j'attribue une importance réelle.

Je passe maintenant aux Échinides des terrains tertiaires ; ils ne sont pas plus connus jusqu'ici que la faune des terrains crétacés, car sauf

M. Fuchs qui a décrit trois petites espèces d'un horizon peu certain, aucun auteur, je crois, ne s'est occupé des Échinides tertiaires de la Perse. M. de Morgan en a recueilli treize espèces à répartir entre neuf genres appartenant tous à l'Éocène moyen ou supérieur, et dont huit sont connus dans l'Éocène des pays européens.

Le genre *Euspatangus* a donné une espèce (*Eusp. Ghiavanensis*); le *Brissopsis constricta* est un petit oursin bien caractérisé par le rapprochement de ses pétales postérieurs entre lesquels il ne reste, pour ainsi dire, aucun espace; mais voici d'autres types plus importants car ils sont communs à l'Europe, à l'Algérie et à la Perse: *Pericosmus Nicaisei* Pomel, décrit dans nos *Échinides fossiles de l'Algérie* (1); un second *Pericosmus* spécial à la Perse (*P. Douvillei*); puis *Ditremaster nux* Munier Chalmas, *Schizaster vicinalis* Ag., *Sch. rimosus* Desor, qui sont des espèces depuis longtemps connues; les types sont complètement conformes et ne peuvent pas être séparés spécifiquement; un seul de nos *Schizaster* est spécial à la Perse : c'est un gros fragment d'une espèce nouvelle (*Sch. persicus*).

Un des genres les plus inattendus est le genre *Cionobrissus* Al. Agassiz; on ne connaissait de ce genre qu'une seule espèce vivante, draguée dans une exploration du *Challenger* à 1500 mètres de profondeur dans l'Océan Pacifique indien. Le *C. revinctus*, quoique habitant une zone complètement *océanique* (2), a conservé des pores ambulacraires linéaires, un peu allongés, ce qui est très rare, car la plupart des oursins de ces profondeurs n'ont que des pores ronds, peu nombreux et à peine visibles même avec une forte loupe. L'exemplaire recueilli fossile dans l'Éocène est moins grand que l'espèce vivante, mais tous les caractères sont les mêmes ; bien que le genre soit devenu abyssal il ne s'est pas sensiblement modifié depuis l'époque reculée où il faisait probablement partie de la faune littorale.

Deux grandes espèces nouvelles appartiennent au genre *Echinolampas* Gray, l'une presque régulièrement ovale (*E. Grossouvrei*), l'autre plus large, plus épaisse en avant (*E. prædensa*). Un grand *Conoclypeus* peu élevé, avec zones porifères très larges descendant jusqu'au bord sans se rétrécir, a reçu le nom de (*C. Morgani*).

Enfin un fragment de *Rhabdocidaris* (*Leiocidaris*) suffisant pour permettre de connaître les dispositions des ambulacres et des interambulacres termine la liste des échinides tertiaires.

Si quittant la Perse j'examine les nouvelles découvertes paléontologiques faites en Égypte, je me trouverai certes dans des conditions bien

(1) COTTEAU, PERON et GAUTHIER, *Échin. foss. de l'Algérie*, fasc. IX, p. 66, pl, V, fig. 5-7. — 1885.

(2) M. Al. AGASSIZ divise en trois degrés la profondeur des mers :
La faune est dite *littorale* jusqu'à 150 fathoms (275 mètres)
— — *continentale* jusqu'à 500 fathoms (915 mètres)
— — *océanique* ou *abyssale* au-dessous de 500 fathoms.

différentes ; car tandis que les couches du Louristàn étaient restées inexplorées jusqu'à la mission de M. de Morgan, l'Égypte a été parcourue en tous sens et plusieurs fois par les savants de toutes les nations de l'Europe. La moisson a donc été faite depuis des années, et comme mon but n'est point de parler des ouvrages publiés, je ne passerai pas en revue les nombreux volumes qui ont été écrits sur ce pays. Je me contenterai de résumer ce qu'a pu néanmoins glaner, à force de patience et d'énergie, un explorateur récent encore à l'œuvre, M. René Fourtau. Il a d'ailleurs déjà publié une *Revision générale* et un fascicule sur lesquels je ne reviendrai pas puisqu'ils ont été livrés au public; mais en ce moment il en prépare un second dont les planches sont faites et le texte est sous presse, et dont je crois pouvoir offrir la primeur à l'Association Française.

M. Fourtau a visité le Cénomanien de la chaîne Arabique, à l'Est de la Haute-Égypte, dans l'ancienne Thébaïde, et il a recueilli dans les environs du monastère de Saint-Paul une abondante série d'oursins dont le principal intérêt, à mes yeux du moins, est qu'ils se retrouvent presque tous en Algérie, surtout dans les environs de Bou-Saada, dont la géologie a été si clairement expliquée par M. A. Peron (1) Le gisement de Saint-Paul présente une analogie extraordinaire avec ceux du S.-O de Batna ; le terrain est tellement conforme que la gangue qui enveloppe les fossiles est de même nature et de même couleur, et que si l'on mélangeait les mêmes espèces des deux localités, il serait difficile de les distinguer ensuite. Les Échinides appartenant aux mêmes types spécifiques sont nombreux ; ainsi on trouve dans les deux régions pourtant bien éloignées l'une de l'autre :

Diplopodia macilenta Peron et Gauthier ;
— *marticensis* Cotteau, accompagné comme partout de
Heterodiadema libycum Cotteau ;
Tiaridia batnensis (*Hemicidaris* Cotteau);
Pedinopsis Desori Cotteau ;
Salenia tunetana Thomas et Gauthier ;
Discoides pulvinatus Desor ;
Hemiaster pseudofourneli Peron et Gauthier;

ce dernier, en très grande abondance; quand les espèces ne sont pas exactement les mêmes, il y a un *remplaçant* très proche qui rappelle le type de l'autre région : ainsi l'*Archiacia saadensis* Peron et Gauthier, a pour correspondant l'*A. pescameli* Schweinfurth, type distinct spécialement, mais très ressemblant dans son ensemble; l'*Hemiaster batnensis* Coquand, est remplacé par l'*H. cubicus* Desor, aussi abondant, aussi caractéristique du terrain cénomanien et qui ne se distingue guère que par sa plus grande épaisseur. Les espèces nouvelles sont peu nombreuses : un *Archiaca arai-*

(1) COTTEAU, PERON et GAUTHIER. *Échin. foss. de l'Algérie,* fasc. IV, p. 54 et suiv. — 1878.

dahensis et deux *Hemiaster* dont l'un rappelle vaguement l'*H. africanus* Coquand.

M. Fourtau a surtout exploré un massif situé à l'Ouest du Caire et au N. O. du plateau des Pyramides, et qui appartient géologiquement aux horizons du Turonien et du Sénonien inférieur. Signalé depuis longtemps par un savant français, Lefebvre, en 1839, puis revu par un géologue allemand Schweinfurth qui l'un et l'autre se sont contentés d'attirer l'attention sur ce point, ce groupe crétacé, qu'on ne rencontre pas ailleurs en Égypte, avait été presque complètement laissé de côté, sans doute parce qu'il est isolé dans une région mal peuplée et peu attrayante. Les oursins y sont assez variés et M. Fourtau en a publié une assez longue liste dans son premier fascicule ; il en a retrouvé quatre non encore signalés, qui seront décrits dans le second; deux sont nouveaux, *Rhabdocidaris Schweinfurthi* et *Goniopygus Innesi* Gauthier; les deux autres ont été rencontrés précédemment en Tunisie et en Algérie, Holaster *(Pseudholaster) Meslei* Thomas et Gauthier, *Cyphosoma Thevestense* Peron et Gauthier.

Il semble qu'il n'y ait plus rien à dire sur les oursins éocènes qui ont été magistralement décrits par M. P. de Loriol qui a étudié plus de soixante espèces parmi lesquelles huit sont communes à l'Europe et à l'Égypte. Toutefois, malgré le grand nombre de types connus depuis longtemps ou recueillis postérieurement soit par M. Mayer Eymar, soit par d'autres géologues anglais ou allemands, M. Fourtau a pu constituer une liste assez longue d'Échinides éocènes nouveaux dans son premier fascicule, et, dans celui qui est sous presse, nous en trouverons quelques-uns comme *Rhabdocidaris Gaillardoti* Gauthier, *Rhabd. Abbatei*, dont le premier rappelle assez bien la physionomie du *Cidaris mespilum* de Loriol sans pouvoir lui être complètement assimilé ; *Coptosoma Ægyptiacum*, *Orthechinus Schweinfurthi*, *Sismondia Blankenhorni*, *Brissopsis excentrica*, *Schizaster ascarensis* Gauthier, voisin du *Sch. Archiaci* de Saint-Palais.

Le niveau le plus important exploré par M. Fourteau est l'étage miocène; ses précurseurs en Égypte se sont peu occupés de ce terrain, à l'exception de M. Fuchs qui a visité quelques gisements après son exploration du Désert de Libye. La localité la plus riche en Échinides est le Gebel Géneffé, au N.-O. de Suez et a l'E. du Caire, et les environs. Sans reproduire les listes précédemment publiées, j'emprunte à l'ouvrage sous presse les espèces suivantes :

Psammechinus Fuchsi Gautier.
— *dubius* Ag.
Pericosmus latus Ag.
Echinocardium Geneffense Gauthier.
Scutella Deflersi Gauthier.
Clypeaster Depereti Gauthier.
— *Vasseli* —
— *Fakhryi* —
— *Intermedius* Des M.

Ce qui porte à douze le nombre des Clypéastres recueillies dans le Miocène de l'Égypte; une seule espèce est commune avec l'Europe, *Cl. intermedius;* deux avec l'Algérie, *Cl. acclivis* que M. de Loriol a signalé également au Portugal, et *Cl. pentadactylus* Per. et Gauth.

L'étage pliocène, très peu développé en Égypte, n'a donné qu'un petit nombre d'oursins ; la dernière liste, dont je m'occupe ici, n'en connaît que deux : *Echinolampas Meslei* Gauth. et *Cl. Ægyptiacus* Wright, le seul des Clypéastres égyptiens qui soit de forme élevée ; on rencontre ces deux Échinides ensemble à l'Est de la Tunisie, dans les îles Koudiat près Monastir, où ils ont été recueillis avec d'autres fossiles par le regretté Le Mesle.

M. P. PERON

Correspondant de l'Institut, à Auxerre.

SUR LA TECTONIQUE DE LA RÉGION NORD-EST DU DÉPARTEMENT DE TARN-ET-GARONNE [554.75]

— Séance du 13 septembre —

En 1873, nous avons publié une Notice sur la géologie du département de Tarn-et-Garonne dans laquelle nous appelions l'attention des géologues sur un certain nombre de faits intéressants qui étaient restés méconnus ou avaient été mal interprétés.

En terminant cette notice qui n'était qu'un travail préalable destiné à prendre date, nous disions : « Nous aurions désiré, s'il n'y avait nécessité de restreindre cette note déjà bien développée, traiter encore ici quelques questions importantes et, en particulier, la question du réseau des failles. Nous aurions à présenter de graves observations relativement à la faille de la Bonnette de M. Magnan, au sujet de laquelle nous sommes en désaccord avec ce géologue. Nous aurions encore à signaler dans le massif de Puy-la-Garde et de Parisot une grande fracture qui n'a pas encore été indiquée et ces observations, rapprochées de celles que nous avons déjà faites relativement aux failles de Puech-Maurel, de Varen, de Peyralade, de la Vère, etc., nous amèneraient à cette conclusion que le réseau des failles des bords de l'Aveyron est encore bien incomplet et bien peu connu. »

A l'époque ou nous écrivions ces lignes, nous étions chargé, de concert

avec MM. Paul et Jean Doumerc, des recherches nécessaires pour le tracé de la carte géologique du département de Tarn-et-Garonne. Nous espérions avoir le loisir de mener à bien notre entreprise et de compléter par une notice détaillée nos premières observations sur cette région. Malheureusement, il n'en a rien été. Transporté subitement à l'autre extrémité de la France, j'ai du laisser en suspens tous ces travaux et, depuis ce moment, de longues années se sont écoulées sans que j'aie pu revenir dans le Tarn-et-Garonne, et sans que j'aie songé à utiliser les nombreuses notes que j'avais recueillies et dont je n'ai communiqué qu'une partie à MM. Doumerc, mes collaborateurs et amis.

C'est tout récemment, seulement, par suite de questions posées et de communications de fossiles demandées par un de nos jeunes et sympathiques confrères qui, depuis plusieurs années, étudie les bords méridionaux du Plateau Central, que mon attention a été de nouveau appelée sur ces régions.

Je n'ai pu retrouver qu'une partie de mes notes et encore sont-elles bien sommaires et bien concises, comme toutes celles que l'on relève sur le terrain et que la mémoire permet de compléter quand on les met en œuvre à bref délai. Malheureusement, à si longue distance, ma mémoire ne peut plus m'être d'aucun secours, et il en résulte que je suis obligé de négliger une grande partie de ces notes.

C'est ainsi que je ne trouve rien d'important à exposer en ce qui concerne la fracture des couches dont, dans mon travail précité, je parlais comme existant dans le massif de Puy-la-Garde et de Parisot. Je vois bien quelques indications relatives à des brisures et plissements des couches liasiques au-dessous des villages de Parisot et de Saint-Projet, mais ces indications sont insuffisantes et les autres me font défaut.

Par contre, j'ai trouvé des renseignements un peu plus complets en ce qui concerne certains autres accidents géologiques et je crois utile d'en donner connaissance.

La structure orographique du département de Tarn-et-Garonne, dans sa partie aveyronnaise, c'est-à-dire dans les cantons de Saint-Antonin, Caylux, Nègrepelisse et Caussade, est déterminée par une série de plis dont les axes anticlinaux forment les lignes de faîtes de la région.

Le principal de ces anticlinaux est celui qui est formé par le bombement des couches triasiques et permiennes. Il s'étend dans une direction nord-nord-est à sud-sud-ouest, sur un long espace, de la limite nord du département de Tarn-et-Garonne à la vallée de la Vère. Son axe central passe à peu près par Castanet, Villevayre, Lès, Vaour et la Baraque, dans la forêt de la Grésigne, pour finir à l'ouest de Puycelcy.

C'est ce grand bombement qui détermine le mouvement général des

assises. Les autres plissements ne font qu'interrompre momentanément et localement l'inclinaison générale des strates qui plongent assez régulièrement, dans leur ensemble, vers l'ouest-nord-ouest.

La retombée orientale de cet anticlinal est accidentée par de grandes brisures qui ont profondément modifié l'allure et la succession régulière des assises et qui ont eu pour conséquence de mettre l'étage triasique en contact tantôt avec les terrains cristallins, comme à Laguépie, tantôt avec le Lias inférieur, le Liasien ou même avec les terrains oolithiques, comme dans la vallée de la Vère.

Nous avons, dans notre Mémoire de 1873, parlé de la principale de ces failles et rectifié le tracé que lui avait imposé Magnan à travers le massif triasique et permien. Il y a lieu de compléter ici cette rectification.

D'après Magnan, cette faille, qu'il appelle la grande faille de Marnaves, passerait à l'ouest de Laguépie, par le ravin de Puech-Mignon où elle mettrait en contact, par juxtaposition, le Lias inférieur et le Trias. Pour pouvoir admettre ce fait il faudrait tout d'abord admettre le dédoublement de la faille, car le même auteur en fait également passer une plus à l'est, auprès de Ginestous, où elle met en contact le Trias et les roches cristallines. Cette dernière faille, sur laquelle Magnan passe légèrement, tandis qu'il insiste sur celle de Puech-Mignon, me paraît être cependant la vraie direction de la grande faille de Marnaves. Le ravin de Puech-Mignon, en effet, ne nous a montré aucune trace de fracture ou de dislocation. Loin d'être juxtaposé au Trias, le Lias inférieur y repose, en plusieurs points, très nettement, sur les grès bigarrés mais en stratification discordante et transgressive.

Ce Lias inférieur n'est visible d'ailleurs que dans la partie basse du ravin. Toute la partie haute est dans le Trias et on n'observe là qu'une succession de couches gréseuses, assez fortement mais régulièrement inclinées vers l'ouest.

Au contraire, à deux kilomètres environ à l'est du ravin de Puech-Mignon ou de Fon-Négrette, vers le hameau de Ginestous, on observe une manifeste dislocation des couches. La stratification devient tellement confuse qu'on n'en peut plus distinguer le sens et, subitement, sans aucune transition, on se trouve dans les Gneiss. Il nous a donc paru évident que la faille passait à ce point et non à Puech-Mignon.

C'est cette même faille, dite de Marnaves, que Magnan fait passer, en la dédoublant encore, près du pont de Marnaves, dans la vallée du Cérou, puis entre Tonnac et Roquevianne où elle mettrait en contact le Permien avec l'Oolithe et même avec le terrain tertiaire. Je ne puis rien affirmer au sujet de cette dernière fracture qui me semble purement hypothétique car, comme Magnan le reconnaît lui-même, le terrain éocène recouvre ici toute la surface et masque le tracé de la faille, mais je dois rappeler que

j'ai constaté le passage évident d'une faille considérable bien à l'ouest de Tonnac, au lieu dit Puech-Maurel où, dans un désordre remarquable, on voit le Lias inférieur buter contre le Trias inférieur.

Plus au sud encore, dans la forêt de la Grésigne, Magnan indique encore le passage de deux failles assez voisines, la première, au lieu dit *Arnaud*, qui serait le prolongement de la faille de Marnaves et une autre, secondaire, près du Pas-de-Castelnau. Je n'ai pu reconnaître cette dernière au sujet de laquelle il y a des réserves à faire mais, quoi qu'il en soit, on peut admettre que le tracé de la grande faille qui limite le versant oriental de notre anticlinal triasique doit être rectifié ainsi qu'il suit. De Villefranche-de-Rouergue, Monteils et Najac, il entre dans le Tarn-et-Garonne entre La Raynié et La Vianié, passe un peu à l'est de Ginestous, près de Ratayrens, de Marnaves, aux Pervendiers, Puech-Maurel, Arnaud, pour s'arrêter à la vallée de la Vère.

Le versant occidental du grand bombement triasique est également marqué par quelques fractures des couches. Les assises jurassiques, toujours très redressées, viennent s'y appuyer directement mais, parfois aussi, avec des fractures, sur les couches triasiques qui forment les sommets.

Cette inclinaison des couches au voisinage de l'axe central diminue de plus en plus quand on s'en éloigne dans la direction du nord-ouest et les strates, dans les plateaux de Caussade et de Sept-Fonds, tendent à se rapprocher de l'horizontale.

Toutes les coupes que l'on peut relever en allant de l'axe anticlinal dans cette direction reproduisent la même succession et la même disposition des couches. Telles sont les coupes de Puech-Mignon à Varen, de l'Arbre-de-la-Plaine à Saint-Antonin, de la Grésigne à Penne, des Albriols à Bruniquel, etc.

Nous n'avons pas à reproduire ici cette succession de couches qui est bien connue. Il nous suffit de rappeler qu'elle comprend une épaisse masse de calcaires lithographiques et de calcaires en plaquettes qui représentent l'Infra-Lias et le Sinémurien, puis les différentes zones du Liasien, calcaires à *Terebratula punctata*, marnes à *Belemnites clavatus*, calcaires à *Pecten æquivalvis*, puis le Toarcien calcaire, le Toarcien marneux, la zone à *Ostrea sublobata* et enfin la grande masse des calcaires oolithiques qui forment les grands escarpements de l'Aveyron et les causses de la région et dans lesquels sont représentés les divers étages du Jurassique moyen jusqu'au Séquanien.

Dans la partie nord de cette petite région, la succession que nous venons d'indiquer et l'inclinaison normale des strates sont momentanément interrompues par un second pli anticlinal qui, sans avoir l'importance et l'étendue du premier, a cependant contribué dans une large mesure à la structure orographique de la région.

Ce nouvel anticlinal, à peu près parallèle au premier, est situé entre les vallées de la Seye et de la Bonnette qui lui sont sensiblement parallèles. Sa ligne de faîte passe à peu près, du sud au nord, par Cargoalle, La Vayssière, Espinas, Peyretaillade, Testas, Puy-la-Garde, etc. Sa partie centrale est occupée par l'étage liasien et plus particulièrement par les calcaires à *Pecten æquivalvis* qui, sur toute cette ligne, sont élevés à un niveau supérieur à celui que les calcaires de l'Oolithe inférieure, eux-mêmes, occupent de chaque côté de l'axe anticlinal.

A l'est de cet axe, l'inclinaison des couches, de Cargoalle vers Varen, d'Espinas vers Verfeil, etc., a lieu du nord-ouest au sud-est, c'est-à-dire dans un sens contraire au mouvement général des assises et le ruisseau de la Seye est ainsi situé dans un synclinal.

A l'ouest de l'axe, les couches plongent en sens inverse et la vallée de la Bonnette occupe une partie de ce versant occidental du bombement. Le plongement des assises vers le nord-ouest y est tel que les couches liasiques de la rive gauche de la Bonnette sont à la même altitude que les marnes toarciennes ou même que les calcaires de l'Oolithe inférieure.

C'est cette disposition des assises, mal interprétée par Magnan, qui a amené ce savant à admettre dans la vallée de la Bonnette une faille parallèle à cette vallée. Un autre géologue de la région, Rey-Lescure, auquel nous sommes redevables de travaux géologiques importants sur les départements du Tarn et du Tarn-et-Garonne, a également admis l'existence d'une faille orientée N.-N.-E.—S.-S.-O. le long de la vallée de la Bonnette.

Cependant nos recherches longuement poursuivies dans cette vallée ne nous ont fait découvrir aucune trace de cette faille et, jusqu'à preuve contraire, nous tenons son existence comme plus que douteuse.

Le pli anticlinal d'Espinas est localisé sur un espace assez restreint. Dans la partie nord, entre Castanet, Parisot et La Capelle-Livron, le bombement s'affaisse beaucoup et le pli paraît peu accentué. On le retrouve cependant encore plus au nord, vers Puy-la-Garde, où l'on voit les calcaires oolithiques venir affleurer de chaque côté d'une ligne de faîte formée par l'étage liasien. Je ne l'ai pas suivi plus loin dans cette direction et je ne puis dire comment il se termine.

Dans la partie sud, le bombement anticlinal prend fin vers la vallée de l'Aveyron, brusquement interrompu par une faille perpendiculaire dont nous allons parler tout à l'heure.

Indépendamment des deux plis anticlinaux dont il vient d'être question, il paraît en exister encore au moins un troisième, dont on voit les traces dans la vallée de l'Aveyron, non loin de Bruniquel. Ce pli, dont l'amplitude décroissante n'a pas beaucoup affecté l'ensemble des couches, paraît faire suite aux deux premiers et leur est sans doute parallèle. Je ne suis

pas en mesure de donner des renseignements précis à son sujet et je me borne à le signaler à l'attention des observateurs.

Les deux anticlinaux dont nous venons de parler, le triasique et le liasien, se terminent l'un et l'autre brusquement à leur extrémité méridionale par une faille, de l'autre côté de laquelle les assises, restées dans leur position normale, ne paraissent pas avoir été affectées par le plissement.

La première de ces failles, celle qui met fin au bombement triasique de Vaour, se voit bien nettement dans la vallée de la Vère, à l'est de Bruniquel.

Cette faille que nous avons signalée en 1873 a été complètement méconnue par Magnan. Ce savant, en effet, a bien indiqué (1), auprès des forges de Bruniquel, une dislocation qui a mis en contact les marnes du Toarcien avec les calcaires ruiniformes du Bajocien, mais il considère cette dislocation comme une continuation de sa faille de la Bonnette dont nous n'admettons pas l'existence et, en outre, l'emplacement de cette dislocation n'est pas celui de notre faille de la Vère.

Depuis cette époque, un autre géologue de la région, Rey-Lescure, a également parlé des dislocations qu'il a observées dans la vallée de la Vère et qui, dit-il, accusent une faille grandiose et des failles secondaires dans cette vallée et dans celle de l'Aveyron (2).

C'est dans la partie de la vallée de la Vère comprise entre Brian-de-Vère, la Gontario, les Truquets, Mespel, Saint-Martin-de-Vère, etc., que l'on peut observer les plus remarquables effets de la faille qui nous occupe. Je n'ai pas eu le loisir de vérifier le parcours intégral de cette grande fracture, mais j'estime qu'elle ne s'étend pas beaucoup au delà des localités ci-dessus indiquées. Sa direction paraît être sensiblement perpendiculaire à celle de l'axe anticlinal de Vaour et à la grande faille de Marnaves qui coupe le versant oriental de cet anticlinal. A l'ouest de la faille de la Vère, le Trias ne se montre plus et les assises liasiques et oolithiques ne paraissent pas avoir été soulevées et sont dans une position normale, doucement inclinées vers l'ouest.

Au contraire, à l'est de la faille, toutes les couches sont fortement disloquées et surélevées.

La dénivellation la plus considérable paraît correspondre, ainsi qu'il est naturel, à l'axe même du bombement triasique et, dans cette partie, près de Layrolle et de Mespel, l'Oolithe butte contre le Trias qui s'élève à un niveau bien supérieur. Ces couches du Trias sont, sur ces points, redressées jusqu'à la verticale et les calcaires oolithiques sont eux-mêmes très fortement inclinés vers la faille. Près du moulin à plâtre, à 1 kil. 500 de la

(1) *Loc. cit.*, p. 41.

(2) Esquisse agro-géologique du Tarn-et-Garonne, p. 44.

Vère, en remontant le ruisseau qui conduit aux plâtrières, on voit le contact discordant du Lias inférieur et du Trias.

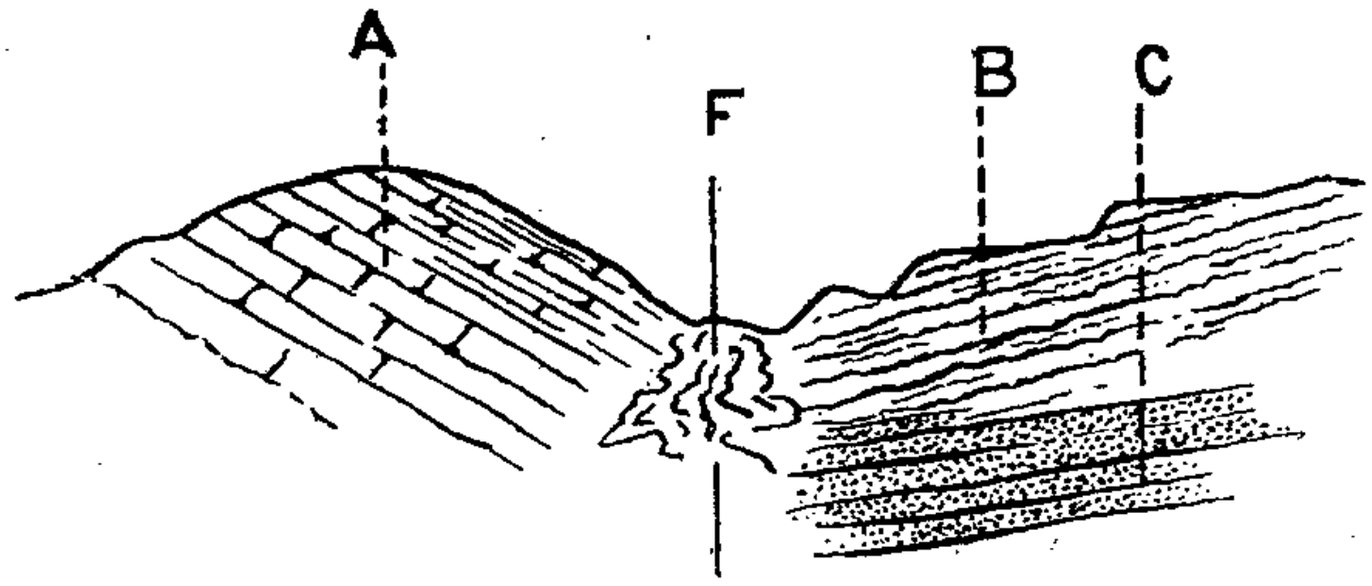


FIG. 1.
A. Calcaires en plaquette du Sinémurien.
B. Marnes rouges du Trias.
C. Grès blanchâtres du Trias.

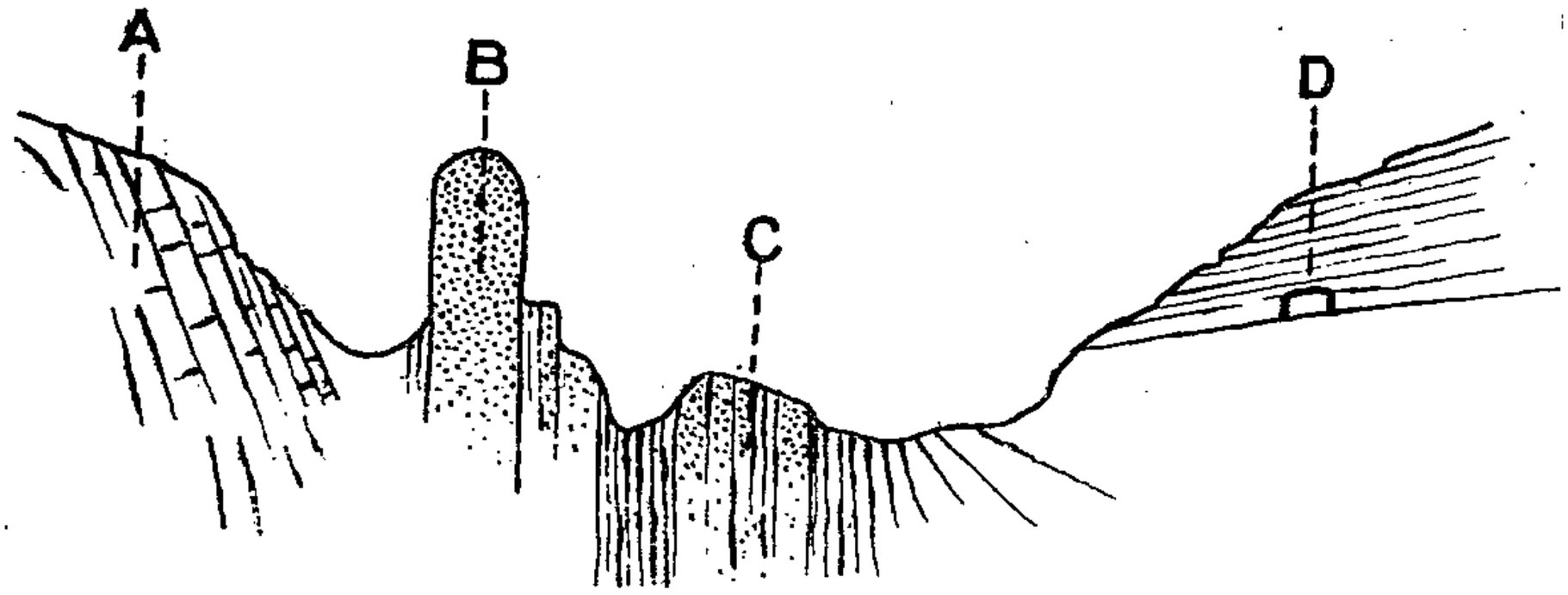


FIG. 2.
A. Calcaire en plaquettes et lithographiques du Sinémurien.
B. Banc de grès dénudé, vertical.
C. Marnes triasiques et grès.
D. Carrière de gypse.

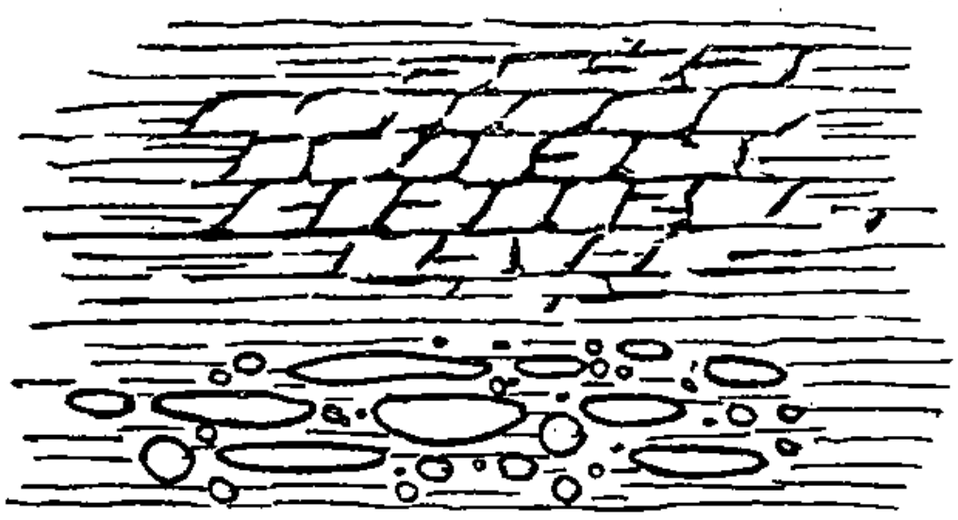


FIG. 3. — Carrière de gypse.
A la partie supérieure le gypse est en veinules entrecroisées et sensiblement parallèles à la stratification. Plus bas, le gypse est en amas arrondis ou ovalaires dans les strates.

Dans cette partie où nous avons pris les croquis ci-dessus, puis à la double boucle de la Vère, près Neyriès et les Truquets, les désordres sont considérables au sein de toutes ces couches et on peut croire, comme l'a pensé Rey-Lescure, que plusieurs failles ont été nécessaires pour produire de pareilles dislocations. Il ne semble cependant pas indispensable d'en déduire que la faille de la Vère est multiple. Si nous tenons compte, en effet, de l'action combinée du soulèvement triasique et de la faille de Marnaves qui vient, vers ces mêmes points, se buter à la faille de la Vère, nous trouverons là des actions suffisantes pour expliquer le désordre des couches.

Il y a lieu de noter que, dans ces ravins de Saint-Martin-de-Vère, jusqu'à une certaine hauteur, le terrain tertiaire vient mêler ses éléments à ceux des terrains jurassique et triasique et ce terrain tertiaire est ici constitué par un conglomérat de fragments empâtés de roches jurassiques qui forme parfois des bancs assez puissants et solides, et parfois des blocs isolés.

Quand on remonte un peu la vallée de la Vère, vers le village de Larroque, on retrouve, de chaque côté de cette vallée, les couches oolithiques en place et très developpées. On y distingue nettement la zone à *Ostrea sublobata* et, au-dessous de cette zone, on voit affleurer les marnes du Toarcien et même les calcaires à *Pecten æquivalvis* du Liasien. Ces couches, très inclinées vers l'aval de la la rivière, viennent affleurer au niveau de la vallée, à 500 mètres de Larroque.

Plus loin, au sud-est, elles s'élèvent et vont supporter le village de Puy-Celcy. Toutes ces assises sont ici en situation régulière et c'est cet ensemble qui, vers le moulin à plâtre, vient butter contre le Lias inférieur et le Trias.

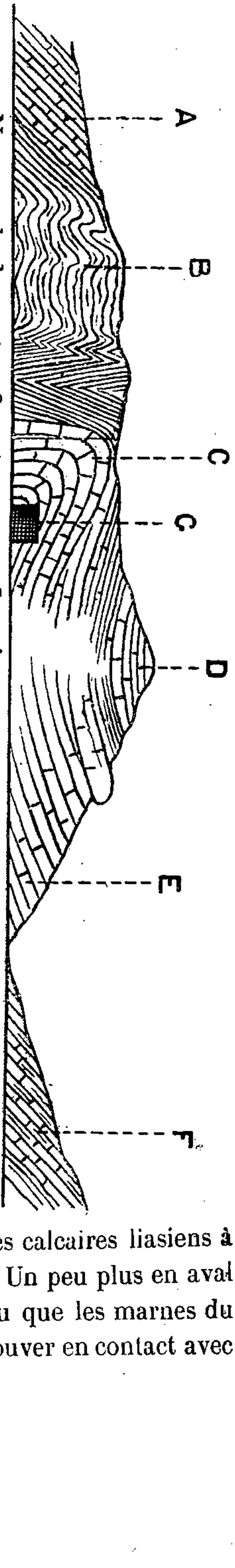
Vers son autre extrémité, c'est-à-dire au nord-nord-ouest, la faille de la Vère, après avoir traversé cette rivière près de Font-Brelière, coupe les calcaires liasiens à *Terebratula punctata*, puis les calcaires à *Pecten æquivalvis*, près de Saint-Pierre, et va vraisemblablement passer dans le ravin de Brian-du-Causse où ses traces disparaissent sous le terrain tertiaire et sous le Diluvium.

Ce point correspond à un des sommets anticlinaux des couches oolithiques qui y sont visiblement disjointes. De là, soit en descendant vers Bruniquel, soit en remontant la vallée, on voit les couches s'abaisser pour se relever ensuite par une nouvelle ondulation. Le point où ces couches descendent au niveau le plus inférieur est vers la petite boucle de Neyriès. Du côté de Brian-du-Causse, sur le versant, les couches oolithiques sont disloquées et très fortement redressées.

La faille qui met fin au pli anticlinal que nous avons signalé ci-dessus dans le massif Espinas-Parisot est partiellement tracée dans la vallée de l'Aveyron. Magnan l'a connue et l'a désignée sous le nom de faille de l'Aveyron. Ce nom, toutefois, paraît assez impropre, car la faille en question ne suit cette rivière que sur un parcours très restreint et ce n'est pas elle qui, comme l'a pensé Magnan, a déterminé son lit. Il conviendrait mieux de la désigner sous le nom de faille de Feneyrol, le hameau de ce nom étant situé sensiblement vers le milieu de son parcours.

La dénivellation que l'on peut remarquer entre les couches qui forment les deux lèvres de la faille est en rapport étroit et constant avec la hauteur du relèvement des couches dans l'anticlinal d'Espinas dont cette faille forme la limite méridionale.

La faille de Feneyrol, en effet, est perpendiculaire à l'axe de cet anticlinal et elle a dû se produire au moment même de la formation du plissement. Au sud de la faille les assises n'ont pas pris part au mouvement de poussée qui a déterminé le pli et elles sont restées sensiblement dans la position normale. Au nord, au contraire, elles sont soulevées et la plus grande dénivellation par rapport aux strates correspondantes de la bordure sud se trouve sensiblement vers la partie centrale du bombement. En effet c'est vers les localités de Salet, Labouriette et le roc de Barsoul, c'est-à-dire vers le milieu du massif qui sépare la vallée de la Bonnette de celle de la Seye, que l'on observe le maximum de dénivellation. Sur ces points, l'Oolithe inférieure se trouve juxtaposée aux calcaires de la base du Liasien, accusant ainsi un déplacement vertical de 150 à 200 mètres.



A. — Calcaires en bancs réguliers.
B. — Calcaires en petits lits schistoïdes, micacés.
C. — Bancs puissants de calcaires dolomitiques et parfois gréseux, zonés, peu fossilifères.
D. — Calcaires marneux gris, micacés, schistoïdes, avec calcaires gréseux à entroques (?) en bancs épais. — Zone à *Terebratula punctata* du Liasien. Fossiles nombreux.
E. — Calcaires sublithographiques du Sinémurien.
F. — Calcaires en plaquettes du Sinémurien.
G. — Carrière.

Fig. 4.

Une faille existe entre les couches A et B et sans doute aussi entre B et C.

Si, de ce point central, on se dirige soit à l'est, soit à l'ouest, on voit diminuer la différence d'âge entre les couches des deux lèvres de la faille. Ainsi vers Saint-Antonin, en face le roc de Deymié, les calcaires oolitiques de la montée du plateau d'Anglars se trouvent à la même hauteur que les calcaires liasiens à *Pecten æquivalvis* qui sont de l'autre côté de la faille. Un peu plus en aval ces mêmes calcaires oolithiques sont au même niveau que les marnes du Toarcien, enfin, plus loin encore ils arrivent à se retrouver en contact avec eux-mêmes.

Dans l'autre direction, il en est de même et l'on voit facilement ainsi que l'étendue de cette faille est limitée à la largeur de l'anticlinal lui-même. Les effets s'en font sentir à peu près jusqu'à la vallée du Cérou et son confluent dans l'Aveyron. Ainsi, à la pointe que forme ce dernier vers le nord, près du hameau des Landes, à l'ouest de Lexos, on voit les calcaires du Lias inférieur fortement recourbés et disloqués par places.

Vers le pont du chemin de fer, au-dessus de la route, les calcaires en plaquettes du Sinémurien sont fortement inclinés dans la direction de Lexos, puis, peu après, la tranchée du chemin de fer fournit une coupe remarquable par les dislocations des couches qu'on y observe. Nous reproduisons ci-dessus le croquis que nous avons relevé de cette série.

En face de cette tranchée, sur la rive gauche du Cérou et sur la route, on rencontre une autre carrière ouverte dans les grands bancs du *Sinémurien* compact. Ce sont ces bancs qui supportent le château de Milhars et qui, sur ce point, reprennent la stratification à peu près horizontale.

Une dernière observation reste à faire au sujet de cette faille de Feneyrol. Sur la carte cantonale d'Aubry on voit marquées, entre Feneyrol et Saint-Antonin, plusieurs sources minérales. D'après l'examen que nous en avons fait ces sources ne sont pas thermales, mais nous n'avons pas eu le loisir de les faire analyser pour en reconnaître la minéralisation. D'après certains renseignements elles seraient seulement magnésiennes (1). La situation de ces sources sur le trajet ou à proximité de la faille de Feneyrol doit appeler sur elles l'attention des spécialistes. Toutefois leur origine réelle n'est pas facile à vérifier. Celle qui est à l'issue du vallon de Peyrègues semble être située sur le parcours même de la faille mais elle sort dans la plaine et peut provenir des eaux du vallon lui-même.

Deux autres sources situées près du village de Feneyrol sont un peu plus éloignées du parcours probable de la faille mais le coteau où elles sont situées est recouvert d'un manteau de diluvium et les eaux, sorties de la faille, peuvent très bien avoir filtré à travers le dépôt caillouteux jusqu'au point de sortie, ce qui expliquerait l'absence de thermalité.

Je ne sais si, dans le long espace de temps qui s'est écoulé depuis le moment où nous parcourions ces régions, des recherches ont été faites au sujet de ces sources. Il ne nous a pas paru inutile, toutefois, de rappeler l'attention sur cette question.

Pour terminer ce rapide aperçu des dislocations des couches géologiques dans la vallée de l'Aveyron, je voudrais encore appeler l'attention sur un phénomène qui semble se produire assez fréquemment dans cette région et qui est de nature à faire admettre à tort l'existence d'une faille.

On sait que les grandes masses de calcaires oolithiques qui forment les

(1) REY-LESCURE, *loc. cit.*, p. 168.

escarpements si pittoresques des vallées de la région ont pour substratum les argiles du Toarcien qui forment la base et les pentes des escarpements. Ces argiles sont, non seulement incessamment délayées et ravinées extérieurement par les eaux pluviales, mais elles sont en outre très souvent ravinées intérieurement et entraînées par les eaux d'infiltration issues des calcaires oolithiques et qui sourdent sur les flancs des vallées le long de la ligne de contact des calcaires et des argiles toarciennes.

Cette condition donne lieu à de fréquents effondrements et à des glissements sur les flancs des vallées de blocs volumineux et parfois de masses de calcaires oolithiques assez considérables pour donner l'illusion d'une dislocation et d'une dénivellation des assises.

Je citerai seulement comme exemple le déplacement d'une masse énorme des calcaires de l'oolithe que l'on peut voir entre Penne et Pas-de-la-Ligne, sur le flanc du mamelon de Gourdoumo.

Une longue bande des assises qui couronnent ce coteau a glissé, sur le flanc occidental du mamelon, sur la pente des argiles toarciennes et a descendu presque jusqu'au fond du vallon. Ce lambeau, ainsi détaché, est resté boisé comme la masse du gisement primitif et sa présence au milieu des terres cultivées et dénudées du Toarcien appelle l'attention et peut faire croire soit à une faille, soit à un affleurement des calcaires liasiens sous-jacents. L'illusion est vite dissipée si l'on examine la situation plus attentivement. Des hauteurs de Pas-de-la-Ligne on domine bien l'ensemble de la localité et dès lors la nature du phénomène apparaît nettement. La place même qu'occupait sur la hauteur le grand lambeau effondré se voit nettement indiquée par une échancrure de même dimension sur la bordure des calcaires oolithiques.

M. G. RAMOND

Assistant de Géologie au Muséum d'Histoire naturelle, à Paris.

ET

M. Aug. DOLLOT

Correspondant du Muséum d'Histoire naturelle.

ÉTUDES GÉOLOGIQUES DANS PARIS ET SA BANLIEUE [5544.36]

— Séance du 13 septembre —

Chemin de fer de Courcelles au Champ-de-Mars. — Cette ligne a été livrée à l'exploitation au moment de l'ouverture de l'Exposition universelle de

1900 (1). L'ensemble des documents que nous avons réunis a permis d'établir un profil géologique et une série de coupes de détail.

Les divers horizons du Calcaire grossier (Étage *lutétien*) se poursuivent régulièrement de Courcelles à la traversée de la Seine ; l'ensemble de l'Argile plastique, des Argiles ligniteuses et sableuses (*faussες glaises*) et des Sables aquifères *(Sables d'Auteuil)* qui constitue l'Étage *sparnacien*, a été rencontré dans les travaux des souterrains de Passy, et de la station à ciel ouvert de « Boulainvilliers » ; les sondages d'étude ont pénétré dans les Calcaires et Marnes, dits « de Meudon » (Étage *Montien*).

Les fondations des culées et des piles des ponts qui font franchir à la ligne les deux bras de la Seine, ont entamé, sur une certaine profondeur, la Craie blanche à silex et à Bélemnitelles (« Craie de Meudon »).

Les photographies ci-jointes ont été prises par l'un de nous, pendant la durée des travaux ; elles mettent en évidence l'allure des assises sous Passy.

Le profil (Pl. I) qui accompagne cette courte Note, se rapporte à la section de la ligne dont il s'agit, comprise entre l'avenue Henri-Martin et le quai de Grenelle (R. G. de la Seine).

Chemin de fer de « Courcelles au Champ-de-Mars ».

(Suite des Coupes.) (2)

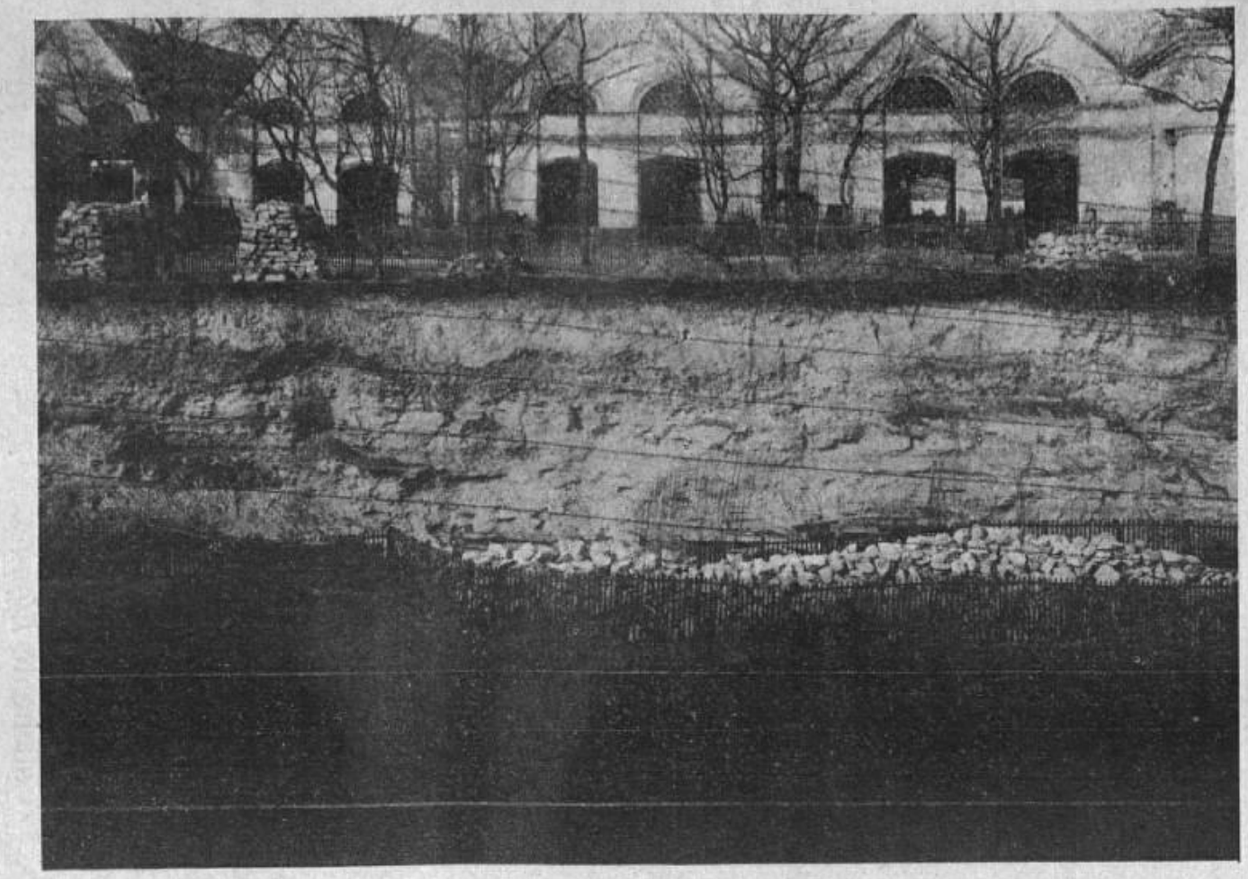
4°. — Coupe prise à la station de « l'Avenue Henri-Martin ».

(Altitude au sommet = 52m,20.)

LUTÉTIEN SUPÉRIEUR (e_5)	Remblai, T. V	1m	
	Brouillage (Marnes et Calcaires	2	
	Marne avec filet argileux	0	30
	Calcaire blanc, délité	0	30
	Calcaire blanc *miliolitique*, fossilifère : *Turritella*, *Corbis*, etc.; fissures imprégnées de fer et de manganèse	0	70
	Banc calcaire (décomposé)	0	10
	Banc de Calcaire gris, dur, compact, à *Potamides lapidum*, *Lucina saxorum*, etc.	0	20
LUTÉTIEN MOYEN ($e_{3,4}$)	Même couche, feuilletée par place	0	20
	Banc calcaire dur, *miliolitique* (Cérithes)	0	60
	Banc tendre, *miliolitique* (= « *Pilé marin* »), visible sur	0	70

(1) Voir : Congrès de Nantes, 1898 (1re partie), p. 145, et (2e partie) p. 312 ; — et Congrès de Paris, 1900 (1re partie), p. 164.

(2) Voir : Congrès de Nantes, 1898 (2e partie), p. 319.



..... Remblai, T. V.

..... Brouillage calcareux. *(Lutétien supérieur)*

..... Bancs bien réglés. *(Lutétien moyen)*

..... Voies de la « ligne d'Auteuil. »

Cliché Aug. DOLLOT.

FIG. 5 (1).

« Ligne de Courcelles au Champ de Mars », station de l'Avenue Henri Martin (Partie commune avec la « ligne d'Auteuil »). Vue du sous-sol, à l'intersection du Boulevard Flandrin et de la Rue Dufrénoy (Anciennes glacières de la Ville de Paris).

(1) Les figures 1 à 4 ont été publiées en 1898.

5°. — Coupe prise à la station de « Boulainvilliers ».

(Altitude au sommet = 49m,6.)

	Remblai (*Anciennes Exploitations*). . .	2m45	
LUTÉTIEN MOYEN (e_{19})	« *Les Lambourdes* » (*Calcaire miliolitique*)	1 50	
	Calcaire *glauconieux*, tendre, de couleur grise	0 90	
	Calcaire très dur (« *Banc à Vérins* »). .	0 20	
	Calcaire *glauconieux*, tendre	0 30	
LUTÉTIEN INFÉRIEUR (e_{19})	— — tendre à la partie supérieure	0 55	*environ*
	Calcaire dur, non glauconieux à la base.		
	Calcaire *glauconieux*, tendre à la partie supérieure	0 60	*environ*
	Calcaire très dur à la base non glauconieux, de couleur grise		
	Calcaire dur, très fossilifère à la base (*Échinides*, etc.)	0 65	
	Calcaire tendre, avec parties dures ; plusieurs joints de stratification	2 30	
	(*Quelques fossiles*).		
	Calcaire très dur, très fossilifère à la base (*Venericardia planicosta*, etc.). . . .	0 80	
	Calcaire sableux, glauconifère ; lits de Coquilles brisées, *Nummulites* lævigata, etc.	1 40	
SPARNACIEN (e_{IV})	Sables jaunâtres, *aquifères*.	0 25	
	Argile pyriteuse, avec galets	0 10	
	Argile jaunâtre ; Sables gris, *aquifères* à la base.	0 30	
	Couche de *Lignites*	0 10	
	Argile plastique (normale), noirâtre et gris-bleuâtre ou rougeâtre	1m	*et plus*



..... Remblais et terres de rapport.

..... Bancs du *Lutétien inférieur*.

Cliché Aug. DOLLOT.

Argiles *sparnaciennes* et Sables subordonnés.

FIG. 6.

La tranchée de la Station de « Boulainvilliers », pendant les travaux de fouilles.

Chemin de fer de « Courcelles au Champ-de-Mars ».

6°. — Seconde Coupe prise à la station de « Boulainvilliers ».

(Altitude du sol naturel = 51m,1.)

	Découverts d'anciennes carrières, Remblais, etc.	2m	40
LUTÉTIEN INFÉRIEUR ($e_{3,3}$)	Calcaire grossier un peu glauconieux ; Nombreux fossiles (*Turritella*, etc.) .	1	
	Calcaire glauconieux, moins dur, sans fossiles	0	75
	Calcaire dur, fossilifère (*Turritella*, etc.)	0	90
	Calcaire grossier, fossilifère (*Cytherea*, *Natica*, *Chama*, etc.), très glauconieux, irrégulièrement endurci	1	70
	Calcaire grossier, fossilifère (Moules de *Cardium*, *Lucina*, *Cytherea*, *Solen*, etc.), dur, glauconieux	1	75

(Niveau aquifère à 44m,63.)

	Calcaire grossier, très tendre, glauconieux (Fossiles peu nombreux ; glauconie transformée)	1	50
	Sables argileux, ocracés, remplis de gros grains de quartz	0	95
	Sables argileux, très fins, stratifiés . .	0	45
	Argile noire, ligniteuse	0	35
SPARNACIEN (e_{IV})	Sables grisâtres, très fins, parfois endurcis.	0	85
	Argile ligniteuse ; lignite roux, à cassure brillante ; Succin, oc. ?.	0	95
	Argile plastique, grise	3	35
	Grès jaunâtre	0	20
	Sables, visibles sur	1	10

7°. — Fonçage du Port de Passy (Seine, R. D.).

(Altitude au sommet = 29m,3.)

ALLUVIONS (a²)	Remblai.	3m	
	Vase argileuse	3	40
	Sables grisâtres, coquilliers.	2	11
	— — sans coquilles	0	56
Remaniement.	Argiles panachées, avec rognons crayeux	1	44
MONTIEN (c⁹)	Marnes blanchâtres	2	09
	— grises	2	42
SÉNONIEN (c⁸)	Craie blanche, graveleuse	4	57
	— — assez ferme, à silex. . .	2	21
	— — compacte, avec bancs de silex noir	1	74

(Fond à 5m,6.)

8°. — Fonçage du Port de Grenelle (Seine, R. G.).

(Altitude au sommet = 29m,7.)

MONTIEN ALLUVIONS (c⁹) (a¹ᵃ), (a²)	Remblai.	1m	10
	Alternance de graviers et de sables fins.	6	70
	Sables légèrement marneux, parties endurcies, Gros sables, Rognons de silex roulés, etc.	1	60
	Marnes jaunâtres, à veinules blanches .	0	32
	— blanchâtres, à veinules grises. .	0	49
	— blanchâtres	3	33
	— argileuses, blanchâtres et jaunâtres.	1	80
	Calcaire dur, blanchâtre et jaunâtre . .	0	20
SÉNONIEN (c⁸)	Marne crayeuse, grisâtre, tendre. . . .	2	30
	Banc de silex noir	0	25
	Craie marneuse, blanche, tendre . . .	2	08
	Craie blanche, tendre	3	08
	Craie blanche avec cordons de silex noir.	2	75

(Fond à 3m,71.)

M. A. de GROSSOUVRE

Ingénieur en chef des Mines, à Bourges.

ÉTUDE PALÉOGÉOGRAPHIQUE SUR LE DÉTROIT DE POITIERS

[551.7:4468.]

— Séance du 13 septembre —

Lorsque l'on jette un coup d'œil sur la carte géologique générale de la France, on voit les affleurements jurassiques, après avoir dessiné un contour plus ou moins régulier autour du Bassin anglo-parisien, se relier par une bande étroite à la zone d'affleurements de même âge qui, s'appuyant sur la bordure sud-ouest du Plateau Central et du Bocage vendéen, limite vers le nord ce que l'on appelle le Bassin de l'Aquitaine.

Cette étroite bande, trait d'union entre deux bassins, correspond aujourd'hui à une dépression orographique dont Poitiers occupe à peu près le centre, et qui met en communication directe et facile le Nord et le Sud-Ouest de la France, Paris et Bordeaux, la Flandre et les Pyrénées. A première vue elle semble correspondre à un ancien fond de mer, à un détroit analogue au Pas-de-Calais par exemple, par lequel au cours des temps géologiques les eaux qui couvraient le Bassin de Paris se sont à diverses reprises réunies à celles qui baignaient l'Aquitaine. Dans les ouvrages de géologie, cette manière de voir se retrouve à chaque instant exprimée d'une façon plus ou moins nette et l'on y parle couramment d'un détroit de Poitiers.

Cette conception repose sur la disposition actuelle des affleurements secondaires, mais comme l'ancien état de choses a dû être profondément modifié par les mouvements relatifs des divers compartiments de la croûte terrestre et que les érosions qui les ont suivis ont fait disparaître des étendues plus ou moins considérables des dépôts antérieurs, nous devons rechercher si nous ne sommes pas trompés par de fausses apparences. A l'aide des documents qui sont encore à notre disposition, de l'étude des lambeaux de couches disséminés à la surface du sol, de l'examen de la nature des sédiments et de leur faune, nous allons essayer de nous rendre compte des vicissitudes par lesquelles est passé le territoire compris entre le Plateau Central et le Massif armoricain.

Une phase continentale caractérise la fin des temps primaires : presque toute la France est alors émergée et fait partie d'une terre qui vers

l'ouest s'étend jusqu'à l'Amérique du Nord. Le bassin septentrional de l'Atlantique était donc occupé par un vaste continent, et cette hypothèse est étayée par toute une série d'observations faites en Angleterre et en Amérique, observations sur lesquelles il serait trop long de nous arrêter. A ce continent les géologues ont donné le nom d'Atlantide.

Mais bientôt la mer revient de l'est occuper les territoires qu'elle avait abandonnés. Son retour est déjà indiqué vers la fin des temps primaires et le début des temps secondaires, par des dépôts lagunaires très développés dans une grande partie de l'Europe centrale, mais dont nous ne retrouvons aucune trace dans l'ouest de la France, ni en Poitou, ni en Vendée en particulier. A l'époque triasique, ils commencent probablement à se montrer en Normandie, tandis qu'au sud ils apparaissent dans la région de Brive. Vers l'est, j'en ai signalé un lambeau minuscule sur la feuille d'Aigurande, à l'extrême limite orientale du département de la Vienne, mais il ne peut être considéré que comme le témoin extrême d'une lagune qui débouchait vers l'est. A l'ouest, peut-être le Trias existe-t-il en profondeur et a-t-il été atteint par le sondage de La Rochelle? Tout au moins il paraît naturel de supposer qu'il est représenté dans l'énorme épaisseur de grès traversée par la partie inférieure du forage.

Quoi qu'il en soit, le Poitou et la Vendée étaient certainement exhondés tout entiers au cours des temps triasiques et la mer n'est revenue les baigner que pendant la période liasique.

A ce moment, les eaux s'avançant à la fois de l'est vers l'ouest et du sud vers le nord, viennent se réunir et recouvrir un sol depuis longtemps émergé. Encore ce mouvement n'a-t-il pas été brusque et instantané, et nous pouvons constater, même aujourd'hui, qu'il s'est produit avec une extrême lenteur. On peut en suivre les progrès en observant tantôt le Lias inférieur, tantôt le Lias moyen et tantôt le Lias supérieur reposer sur les roches anciennes et combler les dépressions creusées par les érosions de la phase continentale.

Aux environs même de Poitiers, on ne connaît aucun représentant authentique et caractérisé du Lias inférieur. On a bien rapporté à l'Hettangien des calcaires bruns renfermant quelques moules de Bivalves et de Gastropodes, couches que nous retrouvons en Vendée avec des caractères semblables, mais avec une faune admirablement conservée : elles y ont fourni à notre confrère, M. Chartron, de magnifiques séries de fossiles. Les nombreuses formes que l'on y recueille, petits Gastropodes et Lamellibranches, rappellent en effet des types de l'Hettangien de l'est, mais cette analogie résulte de la ressemblance des conditions de gisement et il serait peu prudent, je crois, d'en conclure l'identité d'âge des deux gisements. Rappelons-nous qu'autrefois on a classé dans le Bajocien les Gastropodes bathoniens de Conlie ou ceux orfordiens de Montreuil-Bellay. Les couches

en question peuvent donc représenter, aussi bien que l'Hettangien, le Lias inférieur où la base du Lias moyen, car elles sont surmontées immédiatement par d'autres niveaux fossilifères dont l'attribution à ce dernier étage ne peut faire aucun doute.

En Vendée, ces calcaires bruns renferment des graviers de quartz plus ou moins gros; ces derniers proviennent évidemment d'une terre émergée située plus à l'ouest, c'est-à-dire de l'Atlantide des géologues.

Le Lias moyen et le Lias supérieur, très réduits comme puissance aux environs mêmes de Poitiers, possèdent un facies beaucoup moins littoral en Vendée dans les gisements de la région de Chantonnay, lambeau conservé au milieu des terrains cristallins grâce à un effondrement qui l'a préservé des dénudations. Celles-ci ont fait disparaître toute la couverture de sédiments secondaires qui reposait sur le massif vendéen et ont ainsi effacé la continuité existant autrefois entre les dépôts des environs de Luçon et ceux de Poitiers. Mais à Parthenay, un autre lambeau, conservé également grâce à un affaissement, permet de reconnaître que les eaux s'étendaient librement entre Chantonnay et Poitiers par-dessus la région qui constitue aujourd'hui le Bocage.

Ainsi à l'époque liasique la mer, loin de former un détroit près de Poitiers, s'étendait au contraire vers l'ouest au moins jusqu'au voisinage de l'océan Atlantique où elle venait battre les bords d'un massif continental, l'Atlantide, dont les débris les plus grossiers se mêlaient à ses sédiments dans la zone littorale.

Les étages inférieurs du Jurassique sont aussi représentés dans le lambeau de Chantonnay, mais on n'y trouve plus ni graviers, ni sables arrachés à des terres émergées voisines: ils renferment au contraire des nodules phosphatés et de nombreux moules d'Ammonites également à l'état de phosphorite. Il est donc bien certain que les rivages des mers de cette époque devaient, de ce côté, avoir été reportés vers l'ouest; de même la nature des couches synchroniques des environs de Poitiers indique que dans cette région la mer avait également progressé vers l'est. Par conséquent le mouvement de transgression commencé vers le début des temps liasiques s'est poursuivi jusqu'à l'époque bathonienne.

Mais à ce moment, se dessine une phase régressive: dans tout le sud-ouest de la France, elle mise en évidence par l'intercalation de niveaux lignifères, saumâtres et lacustres, au milieu des couches bathoniennes; signalés par MM. Bleicher, Glangeaud et Mouret sur la bordure méridionale et occidentale du Plateau Central, ils viennent d'être découverts tout récemment et pour la première fois, par M. Benoist, sur la bordure septentrionale, à Saint-Gaultier (Indre), à l'est de Poitiers.

Cette phase négative s'accentue de plus en plus et amène au cours des temps calloviens et oxfordiens, l'émersion de territoires plus ou moins

étendus : de là ces lacunes dans la série sédimentaire reconnues par M. Douvillé dans le Berry et que j'ai pu suivre depuis Niort jusqu'au delà de Châtillon-sur-Seine vers l'est, et vers le nord jusqu'à la vallée de la Loire (Montreuil-Bellay).

Les environs mêmes de Poitiers étaient donc certainement émergés vers la fin des temps calloviens, car on y voit l'Oxfordien le plus supérieur (zone à *Am. Martelli*) reposer directement sur le Callovien. Cependant à Niort, nous retrouvons la série oxfordienne à peu près complète, tout au moins les couches à *Am. cordatus* (Oxfordien moyen), qui font défaut à Poitiers, y sont représentées par des argiles à petites Ammonites pyriteuses, c'est-à-dire avec un facies fort analogue à l'Oxfordien inférieur (zone à *Cardioceras Suessi*) de la Haute-Marne et du Jura. Ainsi Poitiers était à l'état de terre ferme tandis que la mer était rejetée vers l'ouest ; le Plateau Central s'est donc trouvé pendant la plus grande partie des temps oxfordiens, rattaché à l'Atlantide par une langue de terre émergée.

Un mouvement en sens inverse ramena la mer, vers la fin des temps oxfordiens ou les débuts de l'époque rauracienne. Comme l'a montré M. Glangeaud, on est en droit de supposer que les communications entre le Bassin de l'Aquitaine et celui de Paris ont subsisté jusque vers le milieu du Portlandien.

La plus grande partie de la France et même de l'Europe centrale, passe alors à l'état continental. Durant toute l'ère infracrétacée le Plateau Central est annexé à l'Atlantide, non plus par un isthme, comme à l'époque oxfordienne, mais par un large territoire qui s'étend au moins du Cotentin, ou plutôt du Devonshire, jusqu'au delà de Bordeaux. Le Plateau Central forme une pointe de terre qui s'avance au milieu de la mer infracrétacée.

Mais une nouvelle transgression fait successivement regagner à la mer les territoires qu'elle avait perdus. Au cours des temps cénomaniens les eaux, s'avançant à la fois du nord vers le sud et de la région pyrénéenne vers le nord, se rejoignent et réduisent encore une fois le Plateau Central à l'état d'île séparée de l'Atlantide par un large bras de mer.

Comme pour le Jurassique, nous n'avons plus aujourd'hui de preuve directe de cette extension des eaux marines, mais elle nous est attestée par les lambeaux de couches cénomaniennes qui existent encore au voisinage de Poitiers et que nous rencontrons sur le littoral atlantique aux environs de Challans, dans la forêt de Touvois, aux environs de Vertou et de la Haie-Fouassière et à l'île de Noirmoutiers.

L'émigration des Rudistes de l'Aquitaine vers le nord est encore une nouvelle preuve de l'ouverture de cette communication : nous les trouvons, en effet (Caprotines et Ichthyosarcolithes), en Touraine ; M. Peron nous a signalé des restes de *Sauvagesia* aux environs de Sainte-Menehould et on en connaît jusqu'en Angleterre ; des Caprotines ont été trouvées dans

les couches cénomaniennes de Belgique. La fréquence de ces Rudistes dans le Cénomanien de la Touraine est particulièrement intéressante parce qu'elle montre d'une manière évidente la voie par laquelle ces animaux arrivaient des mers méridionales dans les mers septentrionales ; je puis, grâce à une observation de mon frère, ajouter un nouveau Rudiste à la liste de ceux déjà donnés pour la Touraine, le *Radiolites triangularis* trouvé assez abondamment aux environs de Richelieu (Indre-et-Loire).

Une autre circonstance nous dénote encore que les rivages de la mer cénomanienne de l'Ouest de la France suivaient la bordure de l'Atlantide : c'est qu'on voit la grosseur des grains quartzeux, qui entrent dans la composition des sables et grès cénomaniens, aller en diminuant de l'ouest vers l'est. Ainsi, dans les Charentes, leur grosseur décroît lorsqu'en partant du littoral on s'avance vers Angoulême, c'est-à-dire vers le Limousin. Le même fait se produit en allant de la Touraine vers le Berry et c'est précisément dans ce dernier pays, c'est-à-dire justement au nord du Plateau Central, que l'ensablement des couches cesse et que le facies calcaire se développe. Les graviers du sommet de l'Albien, de la zone à *Am. inflatus*, vont également en diminuant du Berry vers l'Yonne. On est donc en droit de conclure que les éléments détritiques du Cénomanien de l'Ouest de la France dérivent presque exclusivement de la destruction des terres atlantiques et que les apports du Plateau Central ont été en réalité insignifiants. Il serait d'ailleurs étonnant que cette île, d'une superficie relativement restreinte, ait pu jouer un rôle important dans la sédimentation des mers secondaires.

J'ai montré ailleurs qu'aux débuts du Turonien la faune d'Ammonites du tuffeau de Saumur présente les affinités les plus étroites avec celles du Ligérien d'Angoulême et que des espèces spéciales, telles que le *Neoptychites Telinga*, le *Mortoniceras salmuriense* et le *Mammites Rochebrunei*, se trouvent pour ainsi dire strictement localisées à la fois dans ces deux régions.

D'ailleurs, à l'époque turonienne, les Rudistes aquitaniens continuent à pénétrer dans le Bassin de Paris : j'en ai signalé en Touraine et M. Peron vient de nous faire connaître leur existence à Couvrot (Marne).

A l'époque sénonienne les affinités de la faune de Villedieu et de celle de l'Aquitaine sont si grandes qu'il y a pour ainsi dire identité, même au point de vue de la gangue, et que le plus souvent il est impossible de dire si un fossile donné vient de la vallée du Loir ou des environs d'Angoulême. Peut-être même les communications entre les deux bassins ont-elles persisté jusqu'à la fin des temps sénoniens? En tout cas elles existaient encore au début du Campanien comme le témoigne la présence à Chaumont, sur les bords de la Loire, du *Micraster regularis* des Charentes.

Pendant la plus grande partie des temps secondaires le Plateau Central

a donc formé une île, séparée de l'Atlantide, non par un détroit correspondant à la dépression actuelle de la région de Poitiers, mais par un large bras de mer qui, vers l'ouest, s'est le plus souvent étendu bien au delà du littoral atlantique actuel : il n'est donc pas exact de parler d'un détroit de Poitiers.

M. P. GAUCHERY

Docteur ès sciences, à Paris.

NOTES ANATOMIQUES SUR L'HYBRIDITÉ [581.158]

— Séance du 9 septembre —

Nous devons à l'extrême obligeance de M. Bornet, membre de l'Institut, un grand nombre d'hybrides très intéressants, obtenus expérimentalement par fécondation artificielle, au jardin Thuret, à Antibes.

Quelques-uns de ces hybrides feront l'objet de cette note, nous réservant ultérieurement une étude plus complète de tous les hybrides obtenus par cet auteur, dans le genre *Cistus*.

1er exemplaire : *Garrya Elliptico-Fadyenii*. — La tribu des Garryacées, de la famille des Cornacées, comprend le seul genre Garrya qui possède sept à huit espèces, toutes de l'Amérique. Les Garrya sont d'élégants arbrisseaux pouvant atteindre jusqu'à 3 mètres de hauteur, très décoratifs par leurs longs chatons mâles et précieux pour la garniture des massifs d'arbustes.

L'hybride que nous étudions résulte de la *fécondation croisée* du Garrya Fadyenii (Hook) par le Garrya Elliptica (Dougl.) (1).

Le Garrya Thureti (Carr. Rev. Hort., 1869, p. 17, et 1879, p. 154, f. 33-34), supposé hybride des G. Elliptica et G. Fadyenii, a été obtenu, en 1862, au Muséum de Paris, de graines récoltées par M. Thuret, à Antibes, et possède les caractères de ses parents. Il est tellement semblable à celui que nous étudions, que cette similitude nous fait supposer la synonymie complète de G. Elliptico-Fadyenii (Bornet) et G. Thureti (Carr.).

(1) Garrya Fadyenii (Hook) Icon, t. 333, ou encore Fadyenia Hookeri Griseb. (Jamaïque), Garrya Elliptica Dougl. Bot. Reg., t. 1686, L'Hort. franç., 1865, t. XIII (Californie).

Notre Farrya a été distrait de l'herbier G. Thuret ; il portait les indications suivantes :

Hybride artificiel.
Père : Garrya Elliptica Dougl.
Mère : Gar. Fadyenii Hook.
Antibes (Alpes-Maritimes), le 7 avril 1876.
Sub dio cult.

Par conséquent, qu'il soit le G. Thureti, ou non, il offre tout au moins une sécurité absolue, en tant qu'hybride, au point de vue de ses deux générateurs.

Les caractères différentiels des deux générateurs sont principalement dans l'appareil végétatif, et surtout la feuille. Le Garrya Elliptica possède des feuilles elliptiques ovales-aiguës, ondulées, entières, vert-foncé, luisantes en dessus, poilues grisâtres en dessous ; celles du Fadyenii sont oblongues, allongées, courtement apiculées et glabres. L'hybride nous présente des feuilles dont *la forme est exactement intermédiaire* à celles des deux premières ; elles sont moins ovales que chez Elliptica, mais entières, vert-foncé, luisantes en dessus, poilues grisâtres en dessous, comme dans cette dernière espèce.

Ainsi donc, le Garrya Elliptica fécondant G. Fadyenii, lui transmet les caractères de son épiderme. C'est là une constatation importante et que nous avions déjà vérifiée chez un grand nombre d'hybrides artificiels de

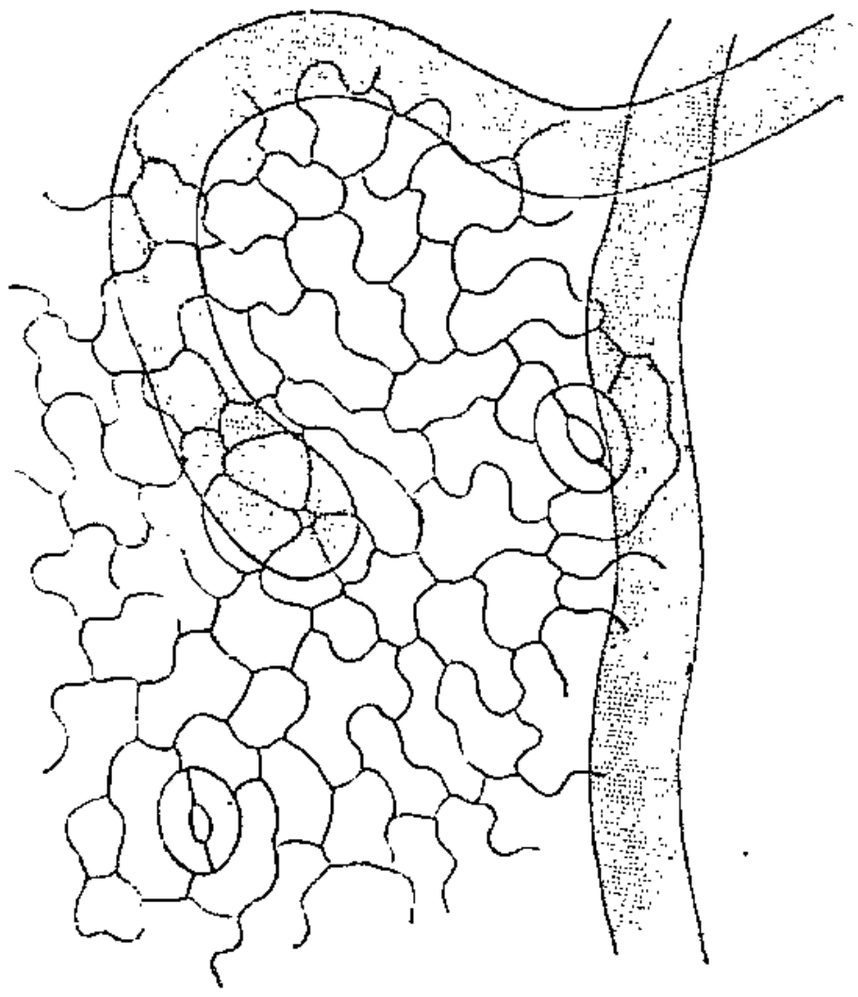


FIG. 1. — *Garrya Elliptica.*
Épiderme inférieur du Limbe.
(Chambre claire).

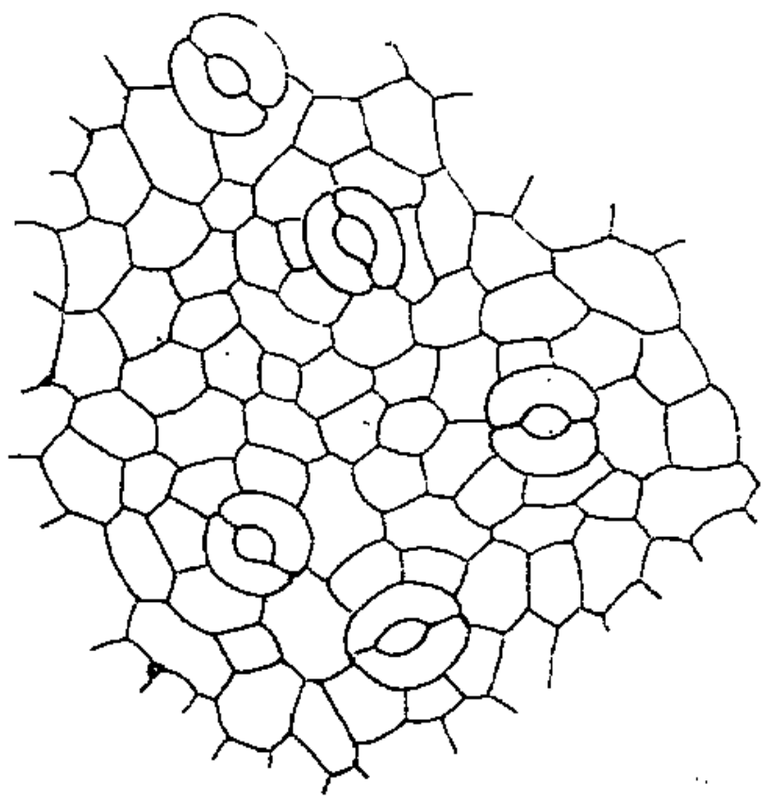


FIG. 2. — *Garrya Fadyenii.*
Épiderme inférieur du Limbe.
(Dessin à la chambre claire).

Melianthus, Vitis, Papaver, Cistus, etc., à savoir que les *revêtements épidermiques rappellent souvent, chez l'hybride, le porte-pollen.*

L'*étude anatomique* des épidermes confirme d'ailleurs ce que la morphologie externe vient de nous révéler.

Les *épidermes supérieurs* des feuilles des deux générateurs ont de grandes ressemblances. Ils sont composés de cellules très irrégulières de forme et de dimensions, leurs membranes sont plus ou moins curvilignes et l'hybride possède les mêmes cellules irrégulières que chez les deux espèces.

Les *épidermes inférieurs* des feuilles sont au contraire sensiblement différents chez les générateurs : Le *G. Elliptica* possède des petites cellules à parois ondulées et, en des points assez rapprochés les uns des autres, des sortes de rosettes formées de cellules à parois presque rectilignes et servant chacune de base d'implantation à un poil unicellulaire et très long ; les stomates s'y montrent nombreux et entourés de trois ou quatre cellules annexes à membranes curvilignes *(fig. 1)*. Chez le *G. Fadyenii*, les cellules épidermiques sont à parois presque rectilignes; elles ne sont plus hérissées de longs poils unicellulaires et les stomates ne possédent pas comme précédemment des cellules annexes différenciées *(fig. 2)*. L'hybride rappelle tout à fait le premier cas ; son épiderme inférieur du limbe est composé de cellules à parois ondulées ; les stomates ont leurs cellules annexes bien différenciées, et des poils unicellulaires de mêmes dimensions que chez le premier s'implantent sur des cellules disposées en forme de rosette *(fig. 3)*.

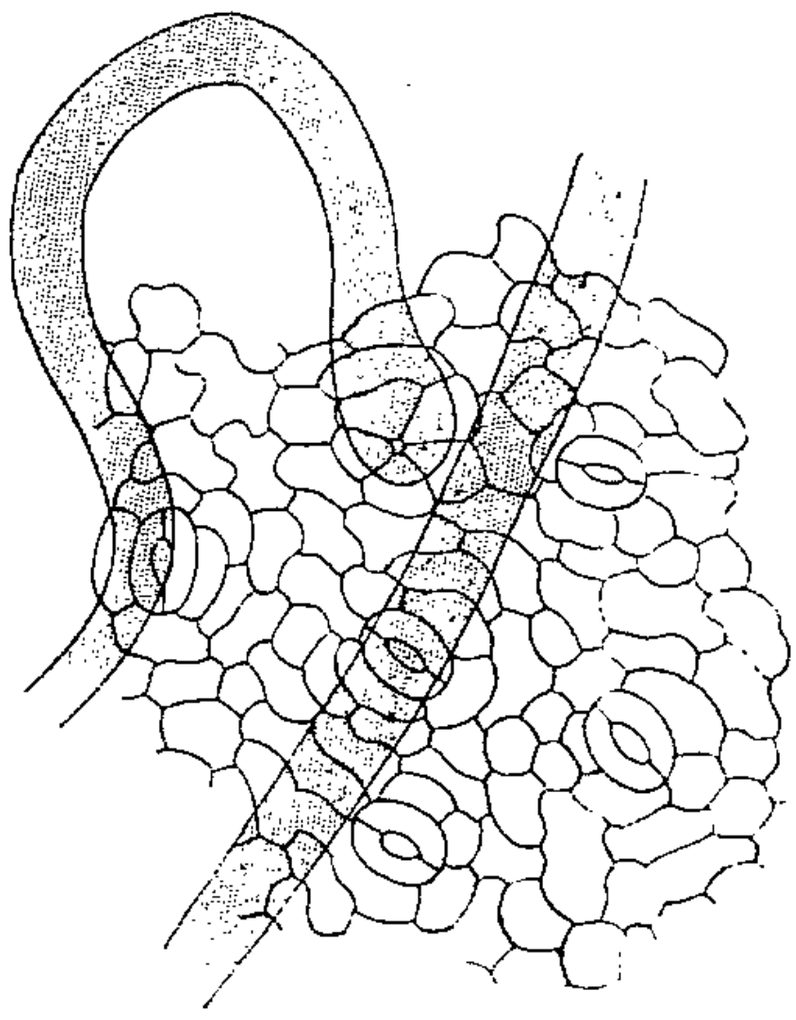


FIG. 3. — *Garrya hybride.*
G. Elliptico-Fadyenii (Bornet).
Épiderme inférieur du Limbe.

Conclusion : l'hybride hérite du porte-pollen, son épiderme et ses formations épidermiques.

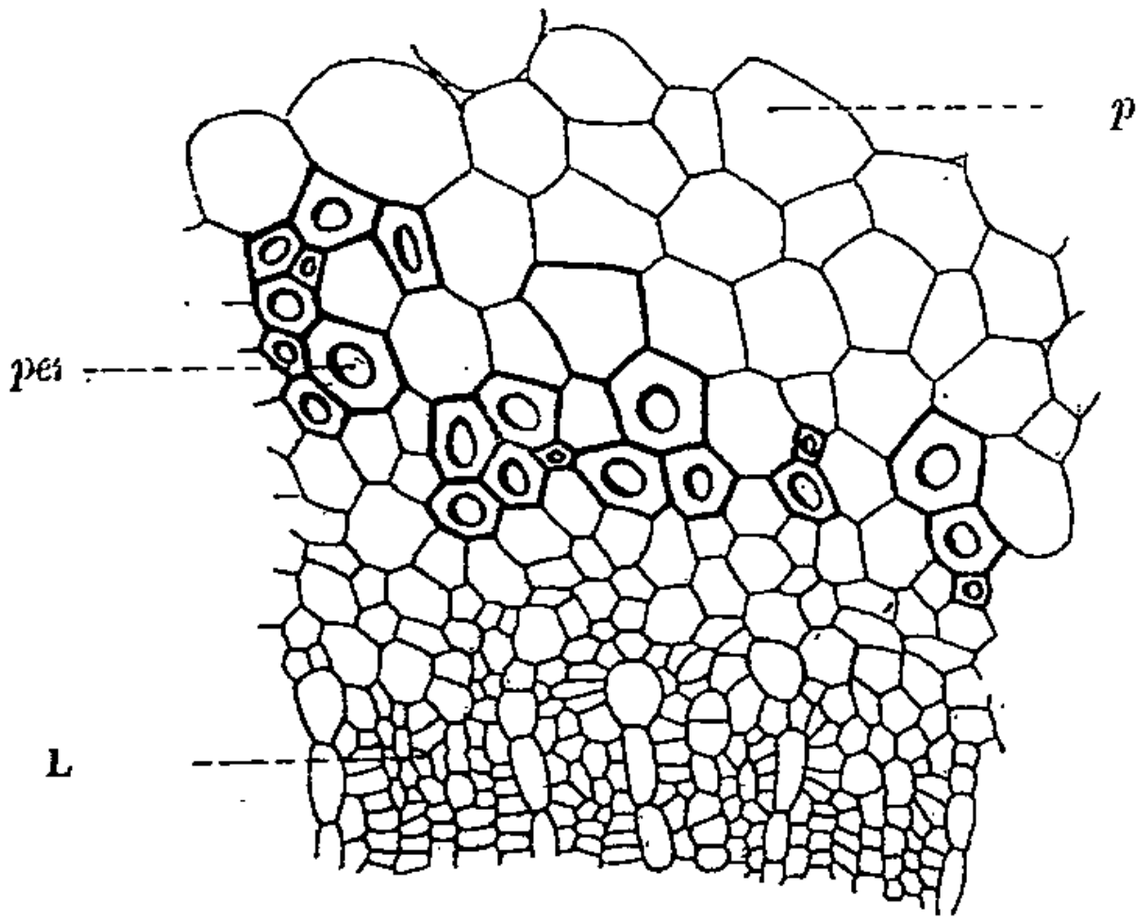


FIG. 4. — *Garrya Elliptica.*
Coupe prise dans le pétiole.
p, parenchyme du pétiole; *per*, péricycle; L, Liber.

Pétioles. — Le *pétiole* du *Garrya elliptica* offre une coupe ovoïde avec un aplatissement supérieur peu marqué, déterminant ainsi une surface moins convexe qu'inférieurement. Le faisceau libéro-ligneux unique a la même forme ; son bois est composé de fibres et de vaisseaux dont la disposition d'ensemble est très irrégulière, et ses vaisseaux criblés, libériens sont groupés en

amas séparés les uns des autres par de longues cellules à membrane cellulosique mince. Le péricycle et le parenchyme périmédullaire sont formés de fibres sclérifiées, isolées ou groupées en îlots *(fig. 4)*.

Tout différent est le pétiole du *Garrya Fadyenii*. Sur la coupe il paraît plus aplati que dans le premier cas, et plus allongé transversalement. Son faisceau libéro-ligneux unique semble constitué par trois faisceaux accolés, un médian plus grand et deux latéraux, plus petits et symétriques ; le bois y est formé uniquement de vaisseaux alignés en files radiales régulières séparées entre elles non plus par des fibres sclérifiées, mais par des cellules de parenchyme à parois minces. Le péricycle et la zone périmédullaire sont constitués par des cellules polygonales, à membranes rectilignes et minces *(fig. 5)*.

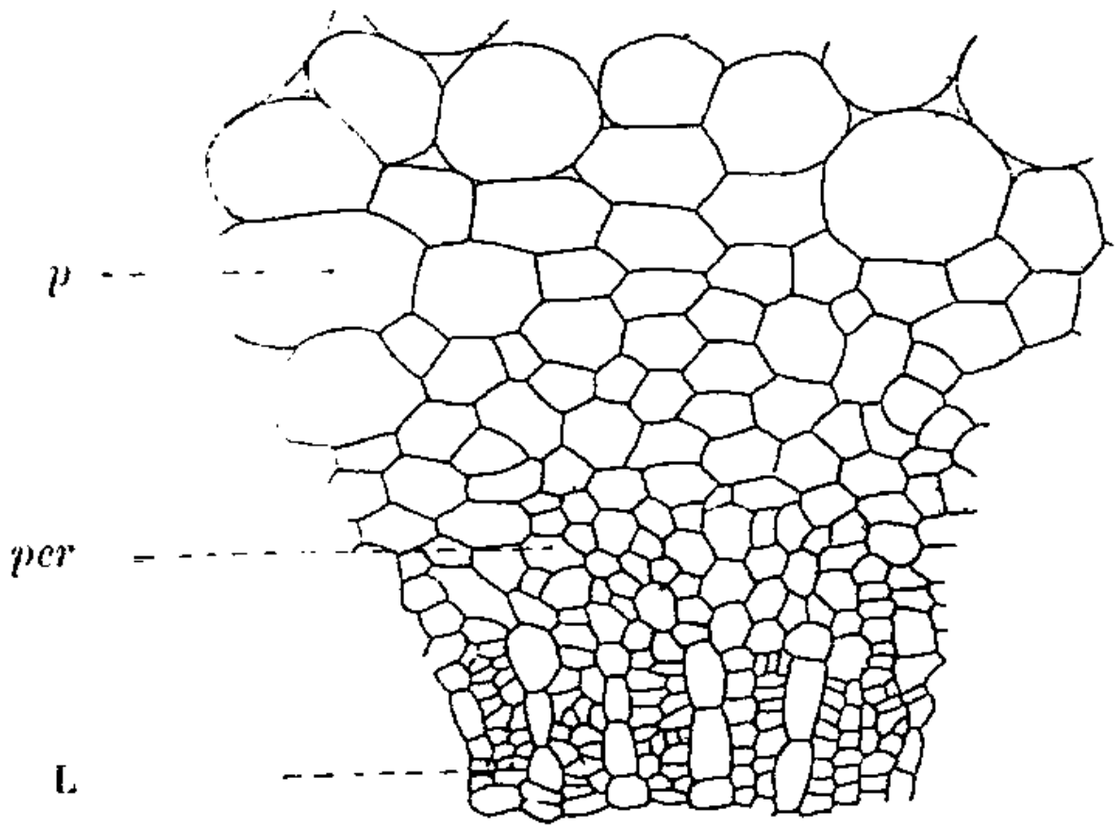


FIG. 5. — *Garrya Fadyenii*.
Coupe prise dans le pétiole.
p, parenchyme du pétiole ; *per*, péricycle ; L, Liber.

Chez l'hybride, nous retrouvons des caractères exactement intermédiaires dans la forme générale du pétiole et du faisceau libéro-ligneux. Le bois est composé de vaisseaux alignés en files radiales comme chez *G. Fadyenii*, et de fibres scléreuses comme *G. Elliptica*. Le péricycle et le parenchyme périmédullaire rappellent le premier par les fibres scléreuses, et le deuxième par les cellules polygonales à membranes minces *(fig. 6)*.

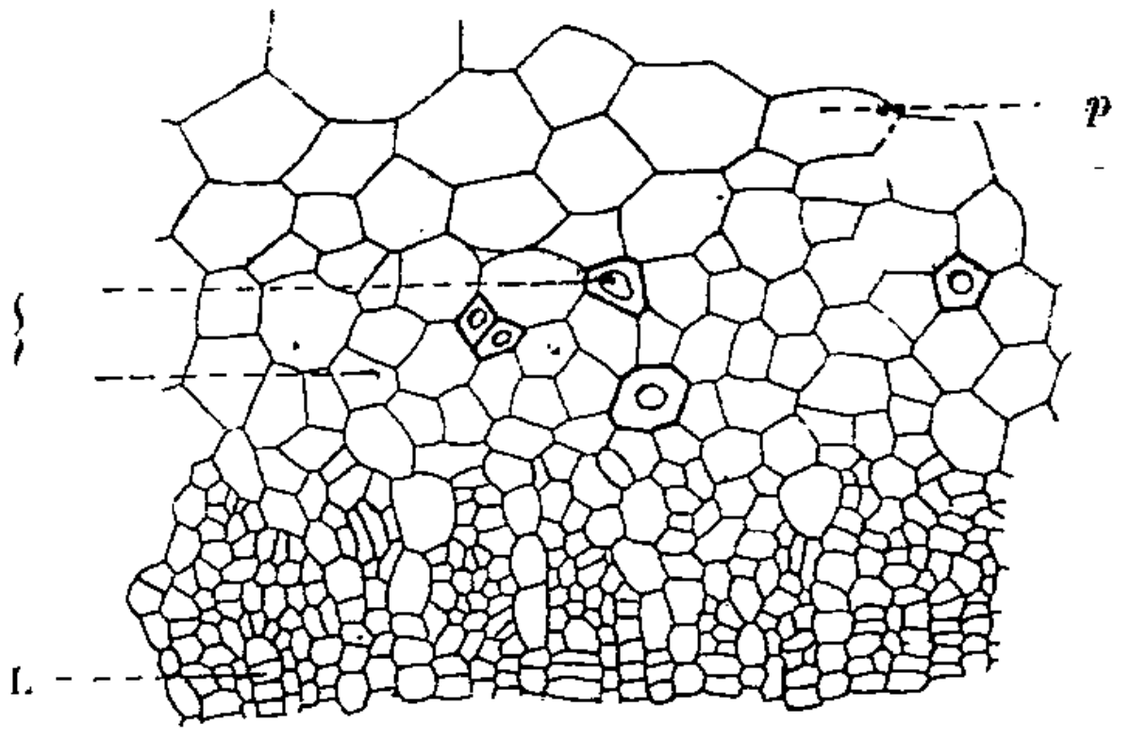


FIG. 6. — *Garrya Elliptico-Fadyenii*.
Coupe prise dans le pétiole.
p, parenchyme du pétiole ; *per*, péricycle ; L, Liber.

Conclusion : l'hybride offre dans son pétiole des caractères intermédiaires aux générateurs, par juxtaposition ; l'influence de la fécondation croisée, sur la structure anatomique du pétiole est manifeste, mais moins marquée que dans les épidermes.

Limbe. — Voici les caractères anatomiques du limbe du *G. Elliptica* : cellules de l'épiderme supérieur à cuticule très épaisse, aplaties de telle façon que sur la coupe elles se montrent plus longues que hautes ; hypoderme à

cellules beaucoup plus volumineuses et sensiblement cubiques ; deux rangées de cellules palissadiques, la rangée inférieure étant beaucoup plus irrégulière et moins haute que la supérieure ; parenchyme lacuneux, dont le développement en épaisseur est à peu près égal à la moitié de l'épaisseur totale du limbe à lacunes très développées : les cellules du parenchyme lacuneux confinant à l'épiderme de la face inférieure, forment une sorte d'hypoderme inférieur à petites cellules plus ou moins ovoïdes *(fig. 7)*.

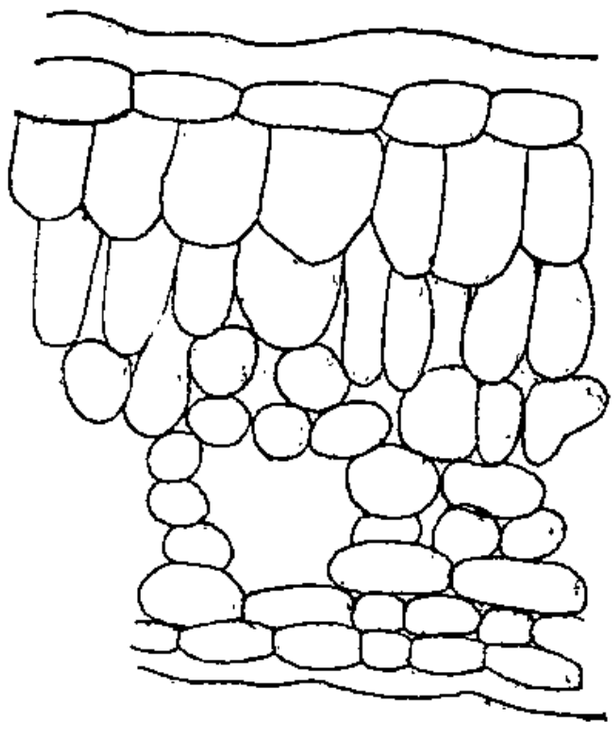


FIG. 7. — *Garrya Elliptica.*
Structure du Limbe.

Les caractères anatomiques du limbe du *G. Fadyenii* sont tout à fait différents : il n'y a pas d'hypoderme, il y a trois rangées de palissades, de telle sorte que le parenchyme palissadique affecte, ici, une importance beaucoup plus grande que dans le premier cas ; les cellules du parenchyme lacuneux semblent plus serrées, plus denses, et leur ensemble n'est pas aussi développé en épaisseur que les palissades. Le parenchyme palissadique est interrompu de distance en distance par des cellules de soutien, à membrane épaisse, scléreuse, prenant bien le vert d'iode *(fig. 8)*.

L'hybride ressemble absolument au *G. Elliptica*, par ses deux rangées de palissades, son hypoderme supérieur bien différencié à grosses cellules, sensiblement cubiques, et son parenchyme lacuneux très développé ; il rappelle *G. Fadyenii* par la présence des cellules de soutien, à membrane très épaisse, mais qui sont d'ailleurs beaucoup moins développées que dans celle-ci *(fig. 9)*.

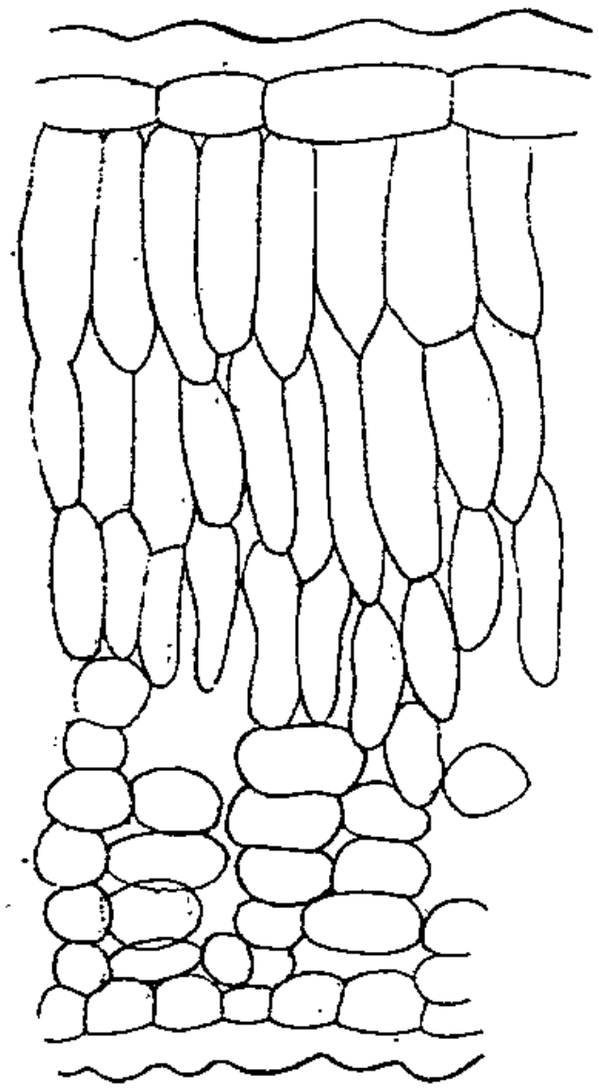


FIG. 8. — *Garrya Fadyenii.*
Structure du Limbe.

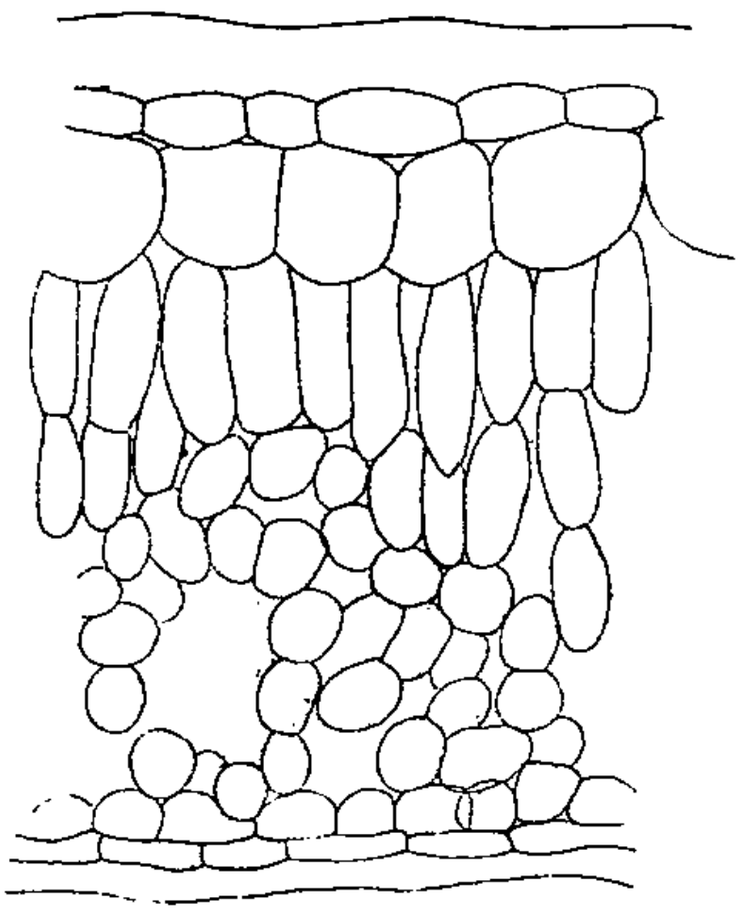


FIG. 9. — *Garrya Elliptico-Fadyenii.*
Structure du Limbe.

Conclusion : Influence énorme du porte-pollen, dans la structure anatomique de la feuille de l'hybride.

L'étude anatomique des tiges montre très peu de différences entre les deux générateurs, nous n'insisterons pas.

Deuxième hybride. — Résultant de la fécondation croisée de l'*Helianthemum halimifolium* par le *Cistus Salvifolius* (Bornet), récolté par M. Bornet, le 4 mai 1865.

Sa vigueur, son aspect général, les dimensions énormes de ses fleurs, le font ressembler, beaucoup plus au *C. Salvifolius* qu'à l'*Helianthemum halimifolium*. La brièveté du pétiole de ses feuilles, et la forme générale de celles-ci, le placent exactement intermédiaire aux deux générateurs ; mais le revêtement épidermique de ses feuilles et de la partie supérieure de ses tiges, avec ses poils courts et fasciculés, les font ressembler tout à fait au *C. Salvifolius*. Comme dans le premier exemple, nous voyons donc que les épidermes rappellent l'espèce porte-pollen.

Étude anatomique des *Épidermes supérieurs. Cistus Salvifolius (fig. 10).* — Les cellules y sont de grandes dimensions, polygonales à membranes curvilignes ou sensiblement rectilignes, formant des rosettes de distance en distance, qui servent de base d'implantation à des poils pluricellulaires étoilés et dressés, rigides : dans l'intervalle de ces cellules groupées en rosette, les stomates ont leurs membranes plissées et ondulées, et parsemées irrégulièrement et assez rares, des poils en massue, composés de deux ou trois cellules dont l'inférieure, allongée en une sorte de pédicule, supporte la tête sphérique et volumineuse gorgée de principe balsamique.

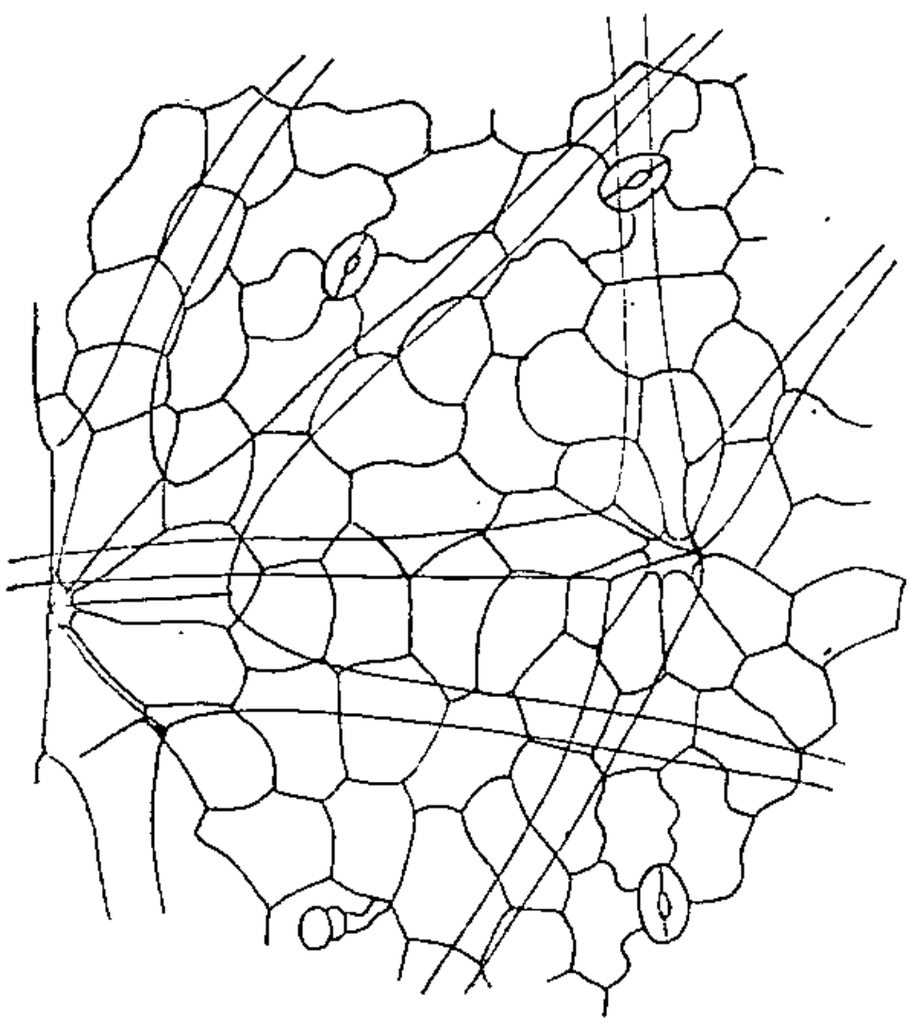


FIG. 10. — *Cistus Salvifolius.*
Épiderme supérieur du Limbe.
Cette figure et la figure 12 ont été réduites de moitié en surface, par rapport à la figure 11.

Helianthemum halimifolium (fig. 11). — L'épiderme possède des cellules polygonales environ quatre fois plus petites que dans Cistus, elles forment aussi des rosettes servant de base d'implantation à des poils étoilés mais ici, à branches plus nombreuses, plus recourbées, plus grêles, étalées, et non dressées. Ces poils pluricellulaires possèdent chacun environ huit à vingt branches qui s'enchevêtrent en un feutrage très serré ; les stomates s'y

montrent nombreux, et les cellules qui les entourent possèdent des cloisons curvilignes, les sertissant en quelque sorte.

L'hybride possède tous les caractères du *Cistus Salvifolius* ; ses grandes

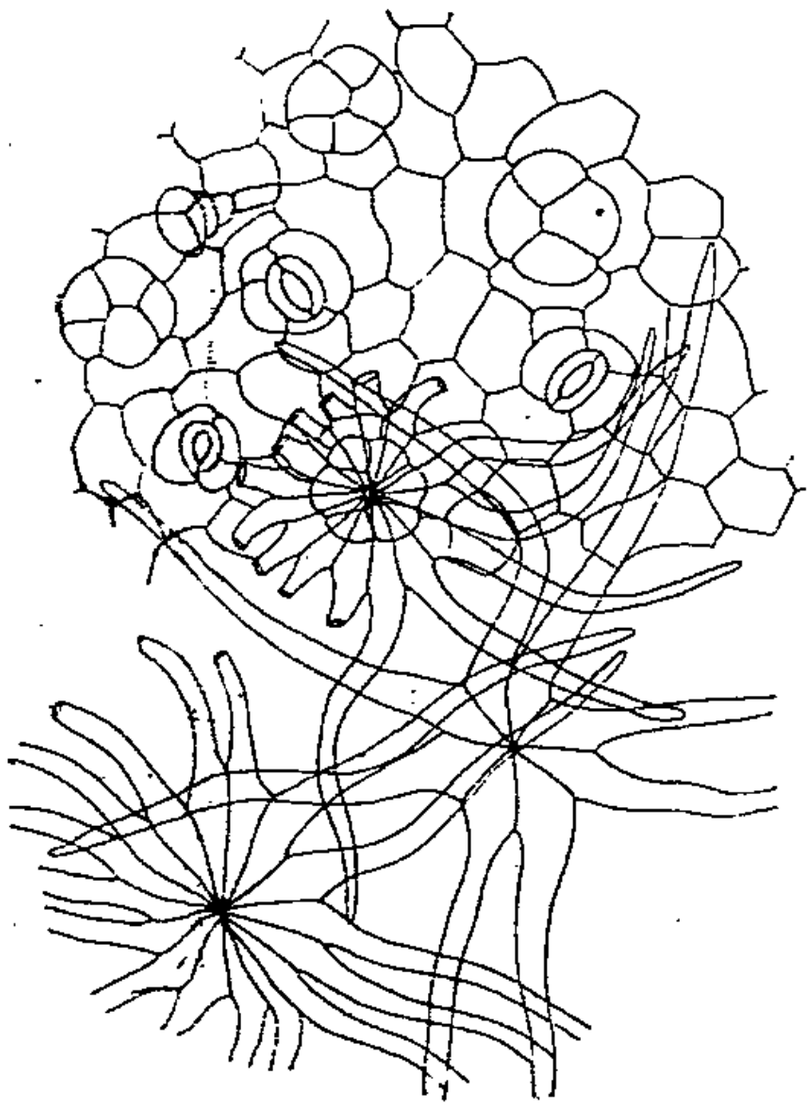


FIG. 11. — *Helianthemum halimifolium.*
Épiderme supérieur.
Dans la moitié supérieure du dessin on a figuré les cellules épide mes, les stomates et la base des poils étoilés Dans la moitié inférieure les poils étoilés seuls, pour montrer leur rutucation et un feutrage très serré.
Leitz, oc. 3 ; obj. 7, ch. claire.

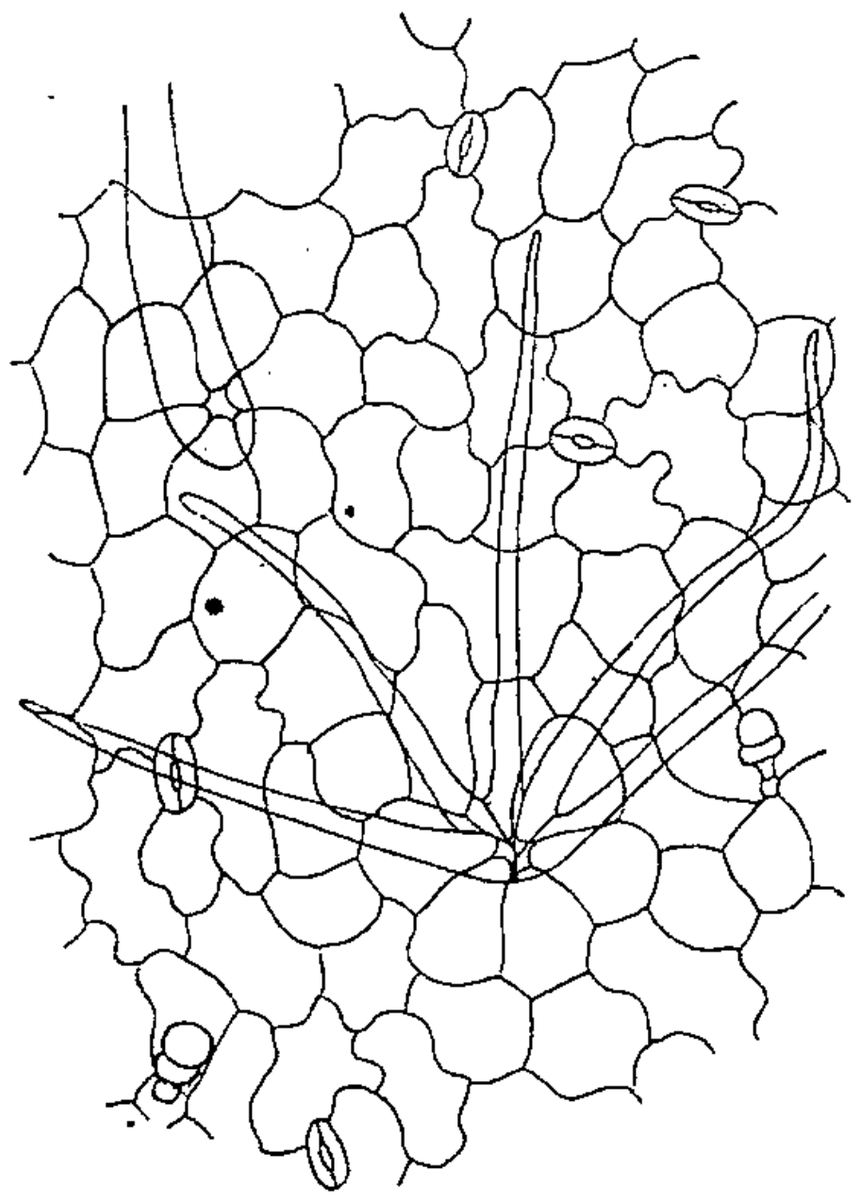


FIG. 12. — *Hybride artificiel* des *Cistus Salvifolius* et *Helianthemum halimifolium.*
Épiderme supérieur du Limbe.

cellules à parois curvilignes, ses stomates à cellules ondulées, ses grands poils rugueux, pointus, dressés, et à branches peu nombreuses *(fig. 12)*.

Pétioles. — Celui du *Cistus Salvifolius* se présente sur la coupe, aplati de haut en bas, à bords latéraux ailés : sa face supérieure est plane, sa face inférieure légèrement convexe au centre ; il possède trois faisceaux libéro-ligneux reliés aux faces supérieure et inférieure par du tissu de soutien à membranes sclérifiées. L'épiderme du pétiole, ainsi que celui de la feuille, est hérissé de poils étoilés dressés, et de poils secréteurs en massue.

Le pétiole de l'*Helianthemum halimifolium* a sur la coupe un aspect cordiforme, ses trois faisceaux libéro-ligneux sont disposés dans un parenchyme uniforme à membranes minces et au lieu d'être ovoïdes comme précédemment, sont plutôt subtriangulaires.

L'hybride nous montre une forme analogue à celle de l'helianthemum, son parenchyme y est aussi uniforme comme dans ce dernier, mais ses poils dressés, et la forme générale des faisceaux libéro-ligneux, sont ceux du Cistus Salvifolius.

Limbe. — La structure du *limbe* est tout à fait particulière, dans chacun des générateurs. Le *C. Salvif (fig. 13)*, dans son ensemble, présente un limbe ondulé, pour ainsi dire, par proéminence excessive des nervures, grandes et moyennes, à la face inférieure, tandis qu'elles délimitent une dépression à sinus très aigu supérieurement ; de plus, il est hérissé sur ses deux faces des grands poils dressés, étoilés, que nous avons signalés dans les épidermes supérieurs. Le parenchyme du limbe possède deux rangées de palissades, un hypoderme inférieur assez distinct et un parenchyme lacuneux dont les cellules ovoïdes ou allongées tranchent très nettement sur le parenchyme palissadique par leur orientation transversale.

Le limbe de l'*helianthème (fig. 14)* présente les différences suivantes :

Sur sa coupe transversale, il n'est pas sinueux, mais absolument rectiligne, car les nervures, sauf la nervure médiane de la feuille, ne proéminent pas plus à la face inférieure qu'à la face supérieure. Les deux faces

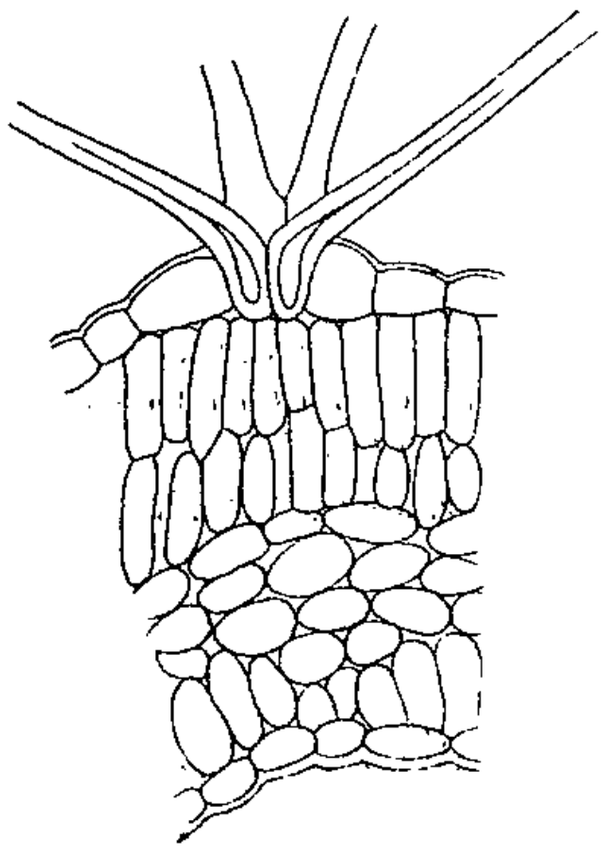


FIG. 13. — Limbe du *Cistus Salvifolius*.
Leitz, oc. 3 ; obj. 7.
Ch. claire.

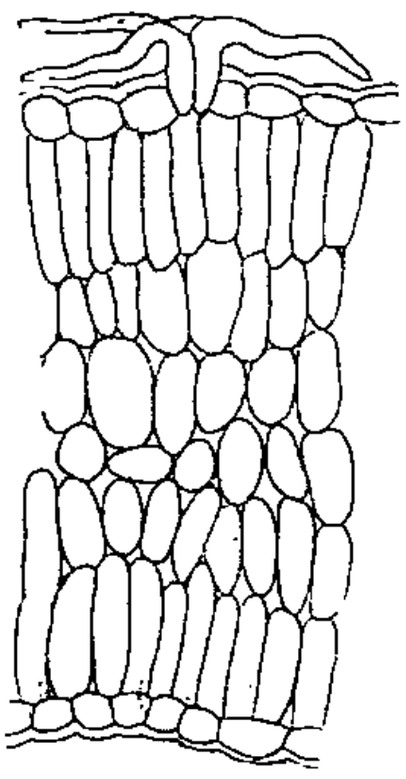


FIG. 14. — Limbe de *Helianthemum halimifolium*.
Leitz, oc. 3 ; obj. 7.
Ch. claire.

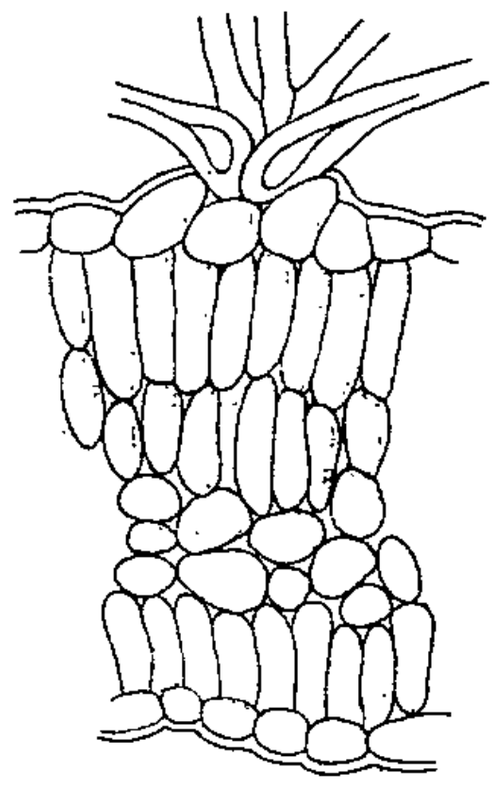


FIG. 15. — *Hybride* de *Cistus Salvifolius* et d'*Helianthemum halimifolium*. Limbe.
Leitz, obj. 7 ; oc. 3. Ch. claire.

du limbe sont recouvertes, surtout supérieurement, de nombreux poils étoilés et couchés à cinq ou vingt branches, et formant feutrage très serré. L'ensemble des cellules du limbe forme un tissu sensiblement homogène, presque entièrement palissadique. En réalité, on peut y distinguer deux rangées de palissades supérieures, deux rangées de palissades inférieures, et une rangée moyenne, presque palissadique aussi, à deux rangées de cellules dont la plupart contiennent de gros cristaux étoilés de sels calcaires.

L'hybride *(fig. 15)* a un limbe dont la structure est celle du Cistus; il y a comme chez lui, deux rangées de palissades, mais l'hypoderme inférieur est ici, une sorte de rangée de palissades rappelant en cela l'Helianth. halimifolium.

Pédicelles floraux et tiges. — Les différences anatomiques que l'on peut constater chez les deux générateurs sont si minimes, que nous n'insisterons pas ; elles peuvent, en effet, rentrer dans l'un et l'autre, dans les variations spécifiques individuelles, mais il est cependant intéressant de retrouver encore un intermédiaire chez l'hybride, dans le péricycle *(fig. 16)*.

Le péricycle de la tige et du pédicelle floral est à fibres sclérifiées dans les deux cas, mais tandis qu'il est plus réduit et formé de fibres à lumière large dans le Cistus, il est beaucoup plus développé, à membranes épaisses, et à lumière étroite dans l'helianthème. L'hybride rappelle Cistus par ses fibres à lumière plutôt large, et Helianthemum par la disposition en îlots irréguliers et l'épaississement de ses éléments.

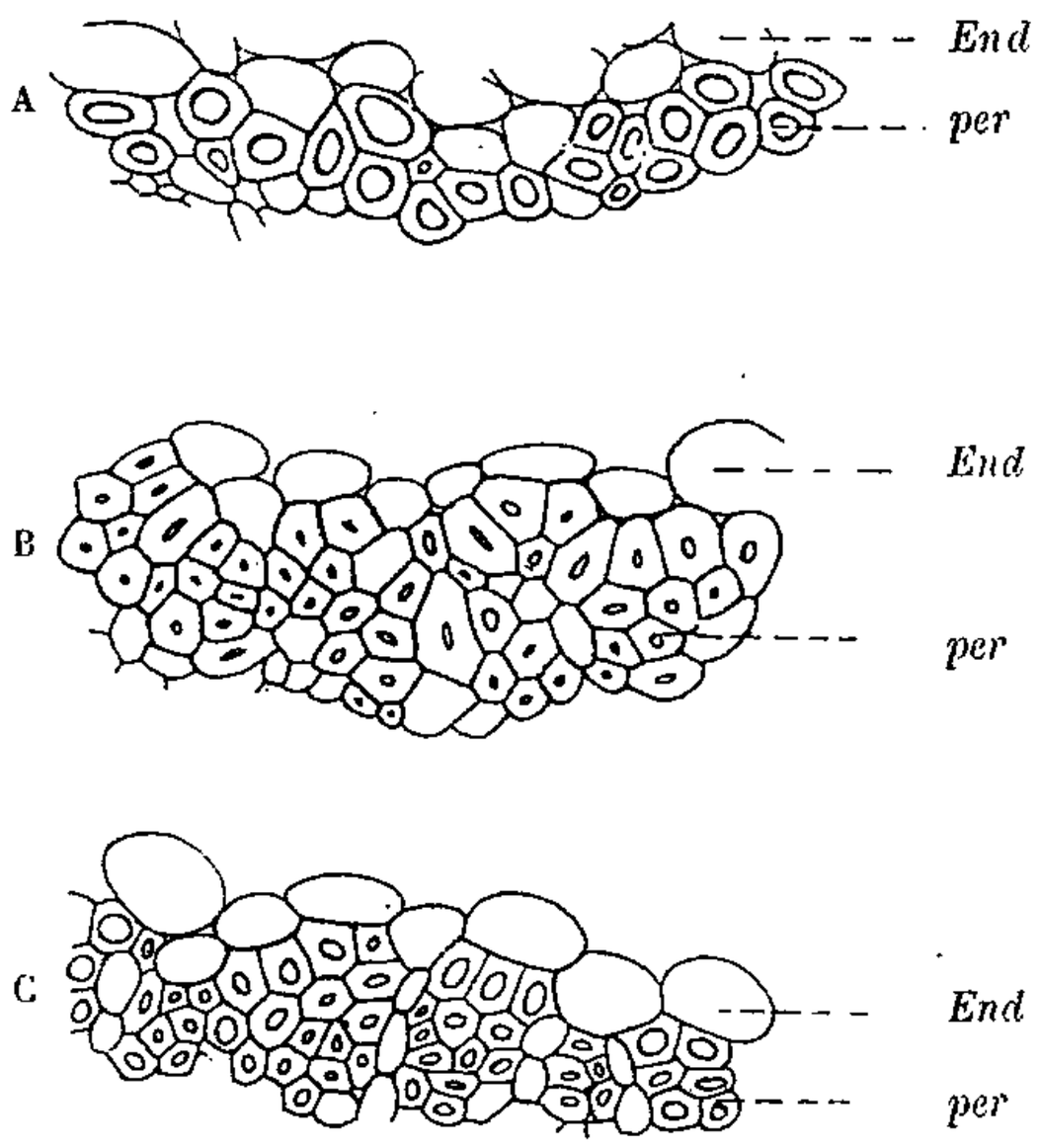


FIG. 16.

Péricycle A du *Cistus Salvifolius.*
— B de l'*Helianthemum halimifolium.*
— C de l'*hybride.*
End = Endoderme ; *per* = péricycle.

La conclusion qui résulte de l'étude anatomique de ces deux hybrides est la suivante :

1° La transmission des caractères anatomiques des générateurs aux deux hybrides a été, dans les deux cas, très semblable ;

2° L'influence du pollen étranger dans la fécondation croisée porte, par ordre d'importance, sur les épidermes, les limbes des feuilles, les pétioles, le péricycle et le parenchyme périmédull. des tiges et pédicelles floraux ; par contre, les parenchymes conjonctifs sont peu modifiés par la fécondation croisée ;

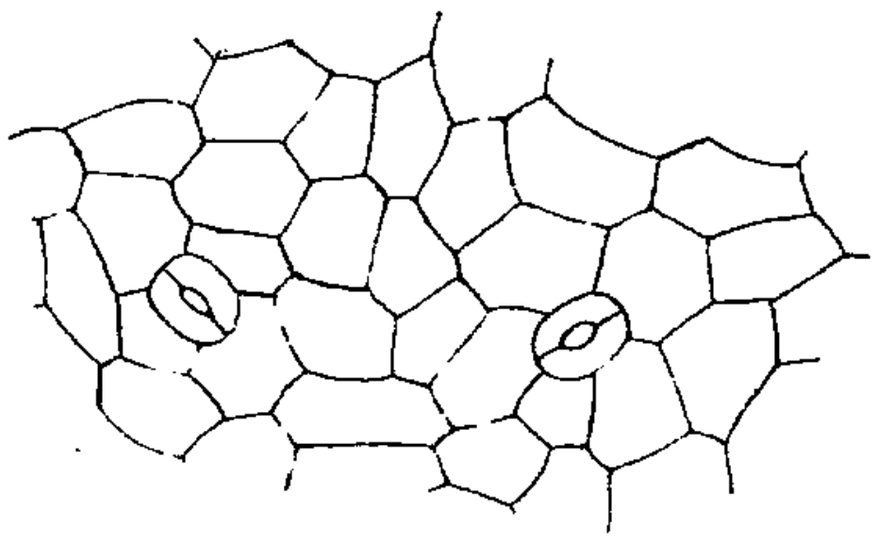
3° Les caractères transmis, par les générateurs, se retrouvent, égaux en importance, ou amoindris, dans l'hybride ; ils sont absolument égaux dans les épidermes.

4° Chez les hybrides, l'intermédiaire des caractères anatomiques a lieu par juxtaposition des caractères ancestraux, et si dans les tissus de la tige, des pédicelles et des pétioles on retrouve les caractères des générateurs, il est bien difficile d'affirmer la prééminence de l'un ou l'autre (1).

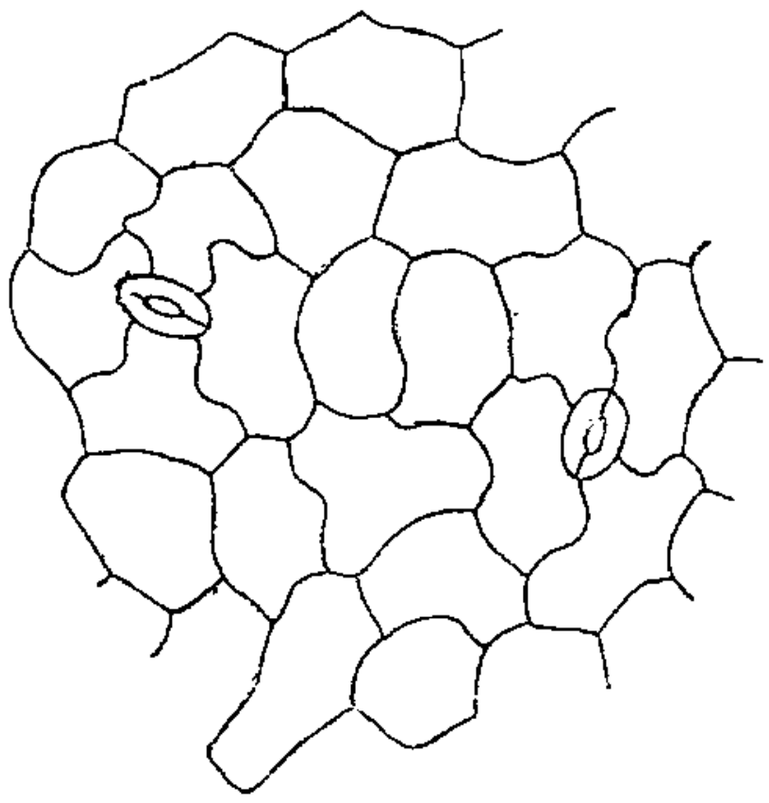
Nous insisterons donc sur l'importance énorme que présentent les épidermes et les formations épidermiques au point de vue de la détermination des *affinités sexuelles* d'un hybride avec ses deux générateurs.

(1) Nous sommes arrivé aux mêmes conclusions dans plusieurs notes publiées antérieurement (Congrès de Besançon 1894, de Carthage 1896, de Nantes 1898).

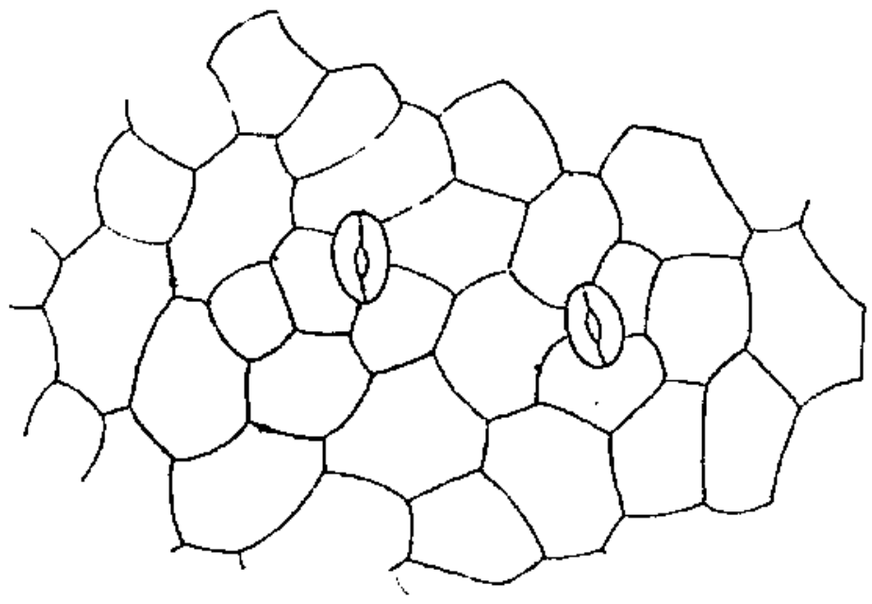
Il suffit d'ailleurs de comparer les figures 17, (10, 18 et 19), (20, 21 et 22), ayant trait à des épidermes pris dans le genre Cistus pour constater l'influence manifeste du porte-pollen dans la fécondation croisée.



Cistus Laurifolius.
Épiderme supérieur.



Cistus Salvifolius.
Épiderme supérieur.



Cistus hybride.
C. Laurifolio-Salvifolius.
Épiderme supérieur.

FIG. 17.

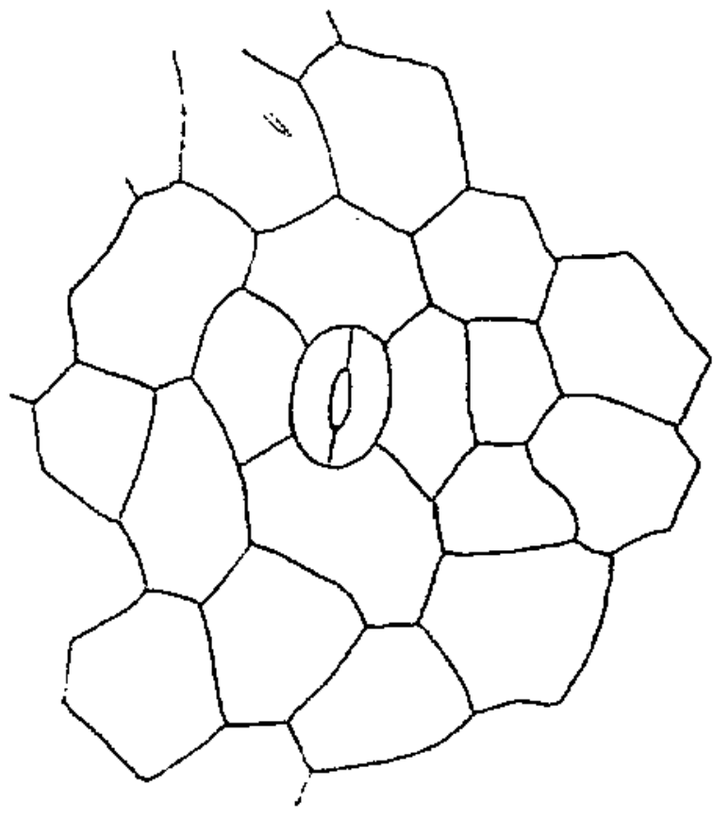
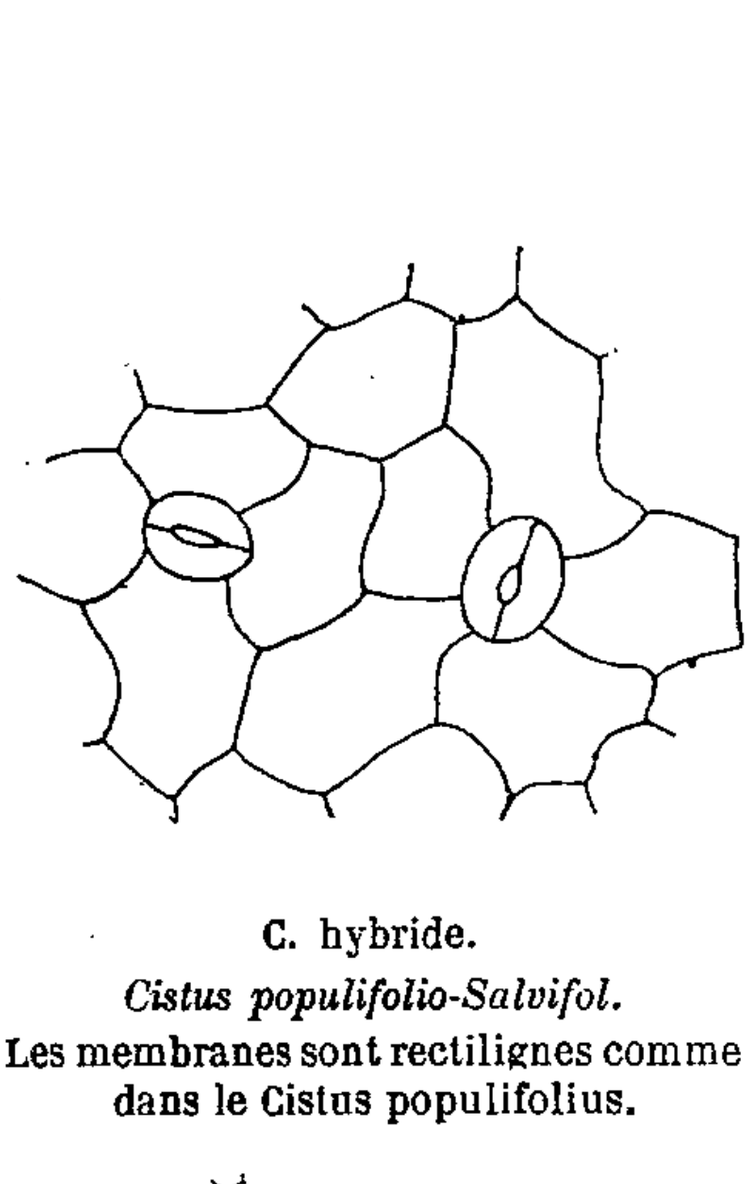
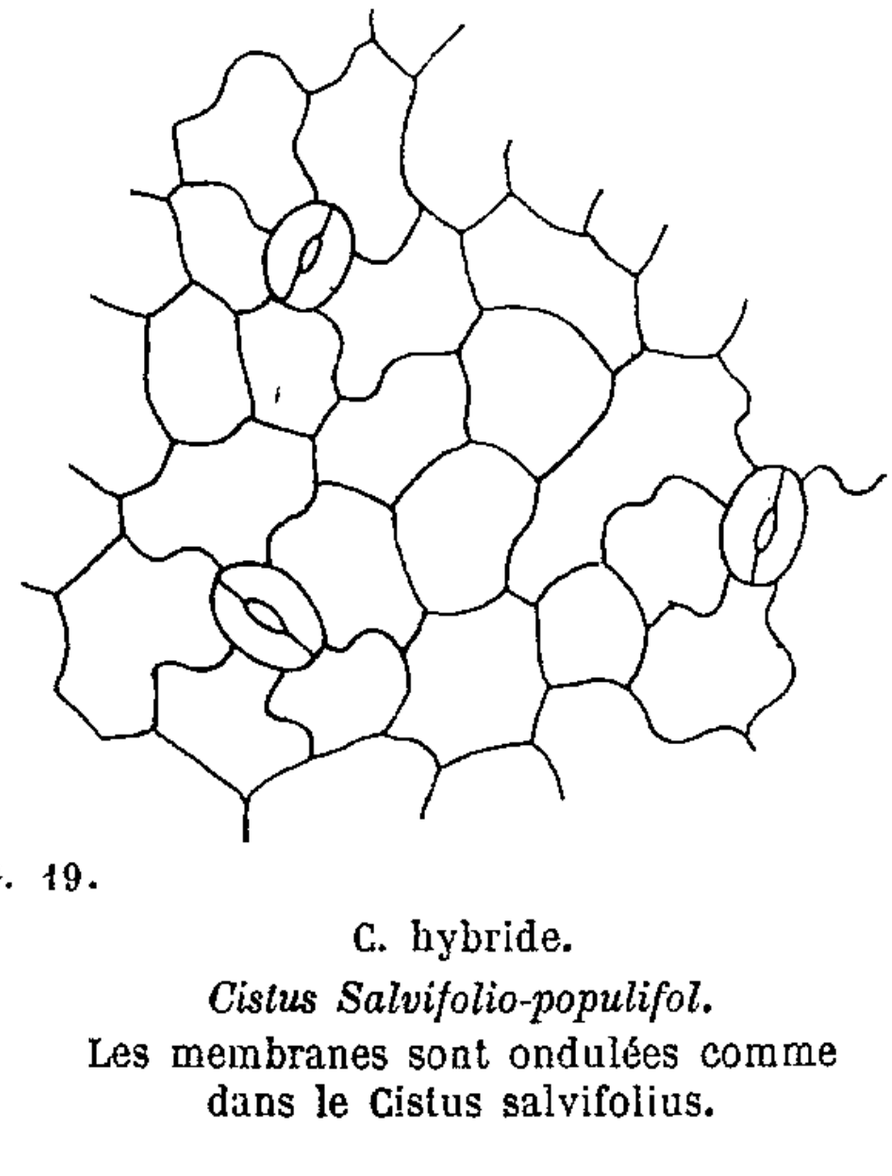


FIG. 18. — *Cistus populifolius.*
Épiderme supérieur.
On voit ici les *membranes rectilignes* des cellules qui entourent les stomates.



C. hybride.
Cistus populifolio-Salvifol.
Les membranes sont rectilignes comme dans le Cistus populifolius.



C. hybride.
Cistus Salvifolio-populifol.
Les membranes sont ondulées comme dans le Cistus salvifolius.

FIG. 19.

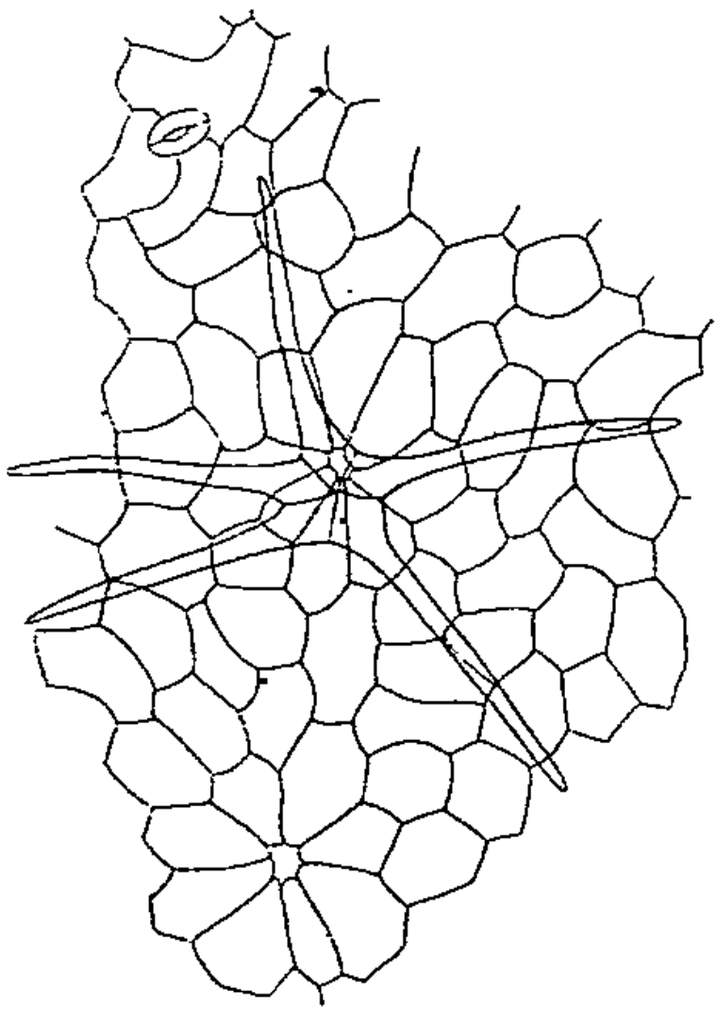


FIG. 20. — *Cistus Villosus.*
Épiderme supérieur.

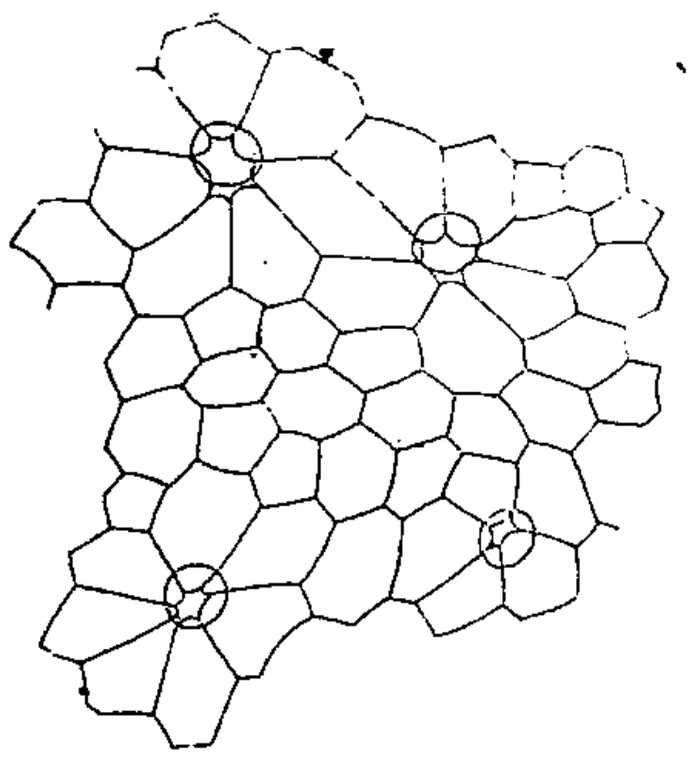


FIG. 21. — *Cistus Ladaniferus-ololencos.*
Épiderme supérieur.
Montrant les poils glanduleux de sa surface.

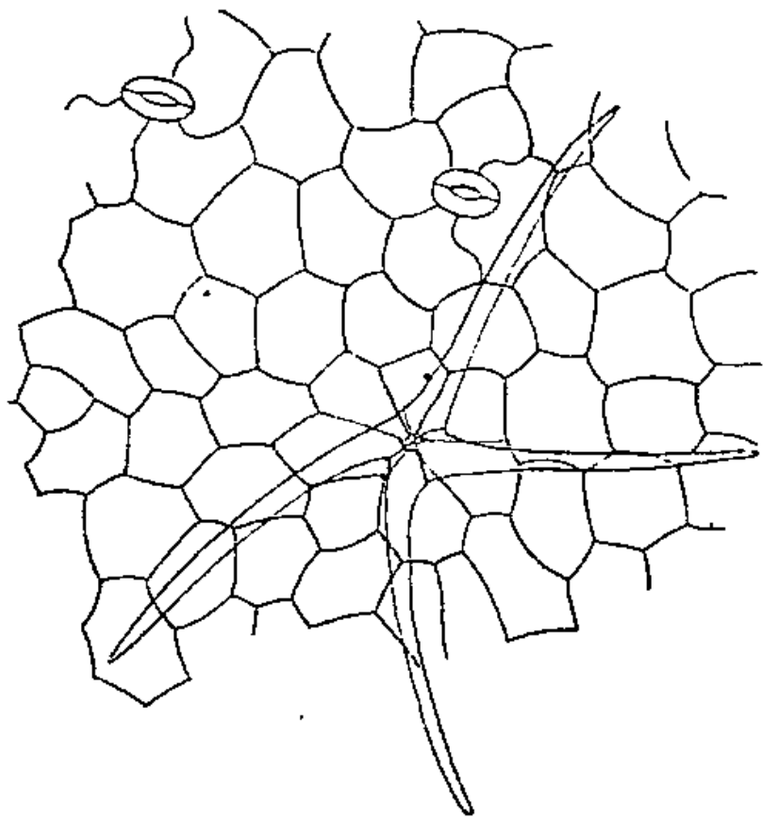


FIG. 22. — *Cystus hybride.*
Cistus-Villoso-Ladaniferus ololencos.
Épiderme supérieur.

M. Henri COUPIN

Docteur ès sciences Préparateur à la Sorbonne.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES SUBSTANCES TOXIQUES POUR LES PLANTES

[581.13:546.3]

— *Séance du 9 septembre* —

L'année dernière, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Association le résumé de mes recherches concernant la toxicité de diverses substances métalliques à l'égard des végétaux supérieurs. Pour compléter ces recherches, je vais donner ci-dessous les équivalents toxiques des composés métalliques qui me restaient à étudier (1).

Nom du composé.	Équivalent toxique.	Nature de la toxicité.
Nitrate d'argent.	0,0029	Éminemment toxique.
Sulfate d'argent.	0,0033	—
Acétate d'argent	0,0031	—
Bichlorure de mercure. . .	0,012	Très fortement toxique.
Cyanure de mercure. . . .	0,011	—
Chlorure d'or.	0,036	—
Bichlorure de platine . . .	0,008	Éminemment toxique.
Chlorure de palladium. . .	0,09	Très fortement toxique.
Chlorure de nickel	0,02	—
Sulfate de nickel	0,022	—
Nitrate de nickel	0,100	Fortement toxique.
Chlorure de cobalt	0,030	Très fortement toxique.
Sulfate de cobalt	0,024	—
Nitrate de cobalt	0,120	—
Sulfate de fer.	0,19	Fortement toxique.
Perchlorure de fer.	0,27	Très fortement toxique.
Alun de fer.	1,45	Faiblement toxique.
Ferrocyanure de potassium.	0,25	Très toxique.
Ferricyanure de potassium .	0,25	—
Nitrate de plomb	0,46	Moyennement toxique.
Acétate de plomb	0,43	—
Nitrate d'uranium.	0,90	—
Acétate d'uranium	0,38	—

(1) Voir *Soc. de biologie 1901.*

En terminant, j'attirerai l'attention sur les communications suivantes que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie des Sciences et à la Société de biologie :

— Sur la sensibilité des végétaux supérieurs à des doses très faibles de substances toxiques *(Ac. des Sciences*, 1901).

— Sur la résistance aux agents toxiques du protoplasma à l'état de vie ralentie *(Soc. de biologie*, 1901).

— Comparaison entre le pouvoir toxique de quelques composés minéraux à l'égard des végétaux supérieurs et leur puissance antiseptique *(Soc. de biologie*, 1901).

— Sur la sensibilité des végétaux supérieurs à l'action utile des sels de potassium *(Ac. des Sciences*, 1901).

M. le Dr Ed. BONNET

à Paris.

ESSAI D'UNE BIO-BIBLIOGRAPHIE BOTANIQUE DE LA CORSE. [580.9:45.9]

— Séance du 9 septembre —

Cet essai commence au milieu du XVIe siècle et se termine avec le XIXe; il se divise en deux parties : la première, tout à la fois biographique et bibliographique, s'arrête à l'année 1850 et est disposée dans l'ordre chronologique; la seconde, seulement bibliographique, s'étend de l'année 1850 à 1900 inclus et est classée par ordre alphabétique de noms d'auteurs. Je n'ai pas mentionné, dans la bibliographie, les ouvrages généraux, car il m'aurait alors fallu énumérer toutes les flores de France et d'Italie, un certain nombre de monographies et les traités de géographie botanique dans lesquels les plantes de Corse ne sont qu'accessoirement citées ; en ce qui concerne la partie biographique, j'ai donné des notices, non seulement sur les auteurs qui ont publié des travaux sur la flore de Corse, mais aussi sur les botanistes qui, ayant herborisé dans l'île, ont communiqué leurs récoltes à des floristes qui les ont utilisées, ou à de grandes collections dans lesquelles on peut les consulter.

Les mémoires relatifs aux cryptogames cellulaires de la Corse sont assez peu nombreux, je ne m'en suis pas spécialement occupé et j'ai cité seulement ceux qui sont parvenus à ma connaissance (1).

(1) Pour la mycologie, consulter la Notice spéciale de M. P. Hariot insérée dans le présent volume.

§ I. De 1550 à 1850.

Anguillara (Luigi Squalermo dit), né à Anguillara près Bracciano, vers 1512, décédé à Ferrare en 1570 ; premier directeur du Jardin botanique de Padoue, a visité la Corse à une date qu'il est impossible de préciser exactement, mais vraisemblablement lorsqu'il se rendit dans le midi de la France pour y herboriser, c'est-à-dire entre 1550 et 1559; il paraît du reste n'avoir fait qu'un assez court séjour dans l'île et ne s'être pas beaucoup écarté des environs d'Ajaccio qu'il nomme Aiazzo ou Laiazzo ; en réalité, la Corse n'est mentionnée que trois fois dans le livre des *Semplici* d'Anguillara et voici ce qu'il nous dit des plantes de ce pays, p. 63 : « Ho trovato in Corsica, vicino a Laiazzo un frutice molto simile al Scorpio... », c'est le *Genista Corsica* D. C. ; au chapitre del Citiso (p. 83), après avoir fait remarquer que ce nom est attribué à plusieurs espèces différentes, Anguillara ajoute : « Questo... si ritrova in Corsica e per la Provenza » ; M. Legré a pensé, avec les Bauhin, que le Cytise d'Anguillara pourrait être le *Cytisus sessilifolius* L., (1) mais cette espèce, commune dans toute la région des oliviers, aussi bien en France qu'en Italie, n'existe ni en Corse, ni dans les îles italiennes et je ne connais en Corse que le *Genista candicans* L. (Cytisus D. C.) auquel certains détails de la description des *Semplici* puisse s'appliquer ; il est fort possible, du reste, qu'Anguillara ait confondu deux plantes et que le Cytise qu'il cultivait à Padoue soit issu de graines recueillies en Provence sur le C. sessilifolius. Enfin p. 126, l'auteur nous apprend que le « Draconculo minore si ritrova in Corsica circonvicino alla citta di Aiazzo », qu'il est « communissimo e si trovi da per tutto » ; il s'agit sans aucun doute de l'*Arum pictum* L. fil.

Cardini (Ignazio), né à Mariana (Corse) en 1562 ; après avoir étudié la médecine dans une université italienne, revint exercer son art dans sa ville natale ; il publia sur l'histoire naturelle de la Corse un livre dont tous les exemplaires semblent avoir été détruits, car aucun bibliographe n'a pu le consulter et on n'en connaît ni le titre exact, ni la date de l'édition ; on sait seulement qu'il était divisé en deux parties, que la première traitait des minéraux et la seconde des plantes de la Corse, mais le titre *De plantis insulæ Corsicæ* que certains auteurs attribuent à cette seconde partie, est absolument fictif. Cardini, qui professait sur la religion des opinions peu orthodoxes, eut le tort de joindre à son livre des lettres satiriques dans lesquelles il attaquait violemment les moines ; ceux-ci suscitèrent une émeute populaire contre l'auteur qui fut obligé de fuir son pays; il se

(1) Cf. Bull. Soc. bot. Fr. XLVI, p. XLIII.

retira à Lucques où il mourut quelques mois plus tard, dans les dernières années du XVIe siècle. Après le départ de Cardini, les moines rassemblèrent tous les exemplaires de son livre et les livrèrent aux flammes.

Boccone (Paolo), né à Palerme, le 24 avril 1633, décédé dans cette ville le 22 décembre 1703. D'une famille noble originaire de Savone, Boccone se livra de bonne heure à l'étude des sciences naturelles et devint herboriste du grand-duc de Toscane, Côme III ; plus tard, il entra dans un couvent de l'ordre de Cîteaux et prit alors le surnom de dom Silvio sous lequel il publia la plupart de ses ouvrages. Boccone avait visité une grande partie de l'Europe et exploré les principales îles italiennes de la Méditerranée ; il a consigné le résultat de ses recherches dans un livre publié à Venise, en 1697, sous le titre de : *Museo di piante rare della Sicilia, Malta, Corsica, Italia*... etc. (in-4°, 196 p. et 131 pl.) ; il nous apprend, dans ce livre, qu'il herborisait en Corse dans le courant de l'année 1677 (cf. p. 22) et il cite çà et là quelques-unes des localités qu'il a visitées : Bastia, Corte, Vico, Sagone, Loreto, les marais du cap Corse, le lac de Nino, Strettalunga, la montagne de Saint-Michel, les monts Asinao, Coscione, Rotondo, etc. ; le nombre des plantes décrites ou mentionnées par Boccone est de soixante-quinze, ce qui ne représente certainement pas la totalité de ses récoltes, mais seulement, ainsi que l'indique le titre de son livre, un choix d'espèces rares ou nouvelles parmi lesquelles on reconnaît facilement d'après les descriptions et les figures : *Ranunculus cordigerus* Viv. (p. 162 tab. 124), *Aconitum vulgare* D. C. (p. 74), *Barbarea rupicola* Mor. (p. 74 tab. 88), *Cardamine Plumieri* Vill. (p. 171 tab. 116), *Silene corsica* D. C. (p. 65 tab. 54), *Arenaria balearica* L. (p. 231 tab. 93), *Viola nummularia* All. (p. 74), *Hypericum corsicum* Stend. (p. 74 et 93 tab. 82), *Ruta corsica* D. C. (p. 70 tab. 59), *Daucus gummifer* L. (p. 30 tab. 20), *Pimpinella peregrina* L. (p. 85 tab. 80), *Solidago nudiflora* Viv. (p. 169 tab. 118), *Laurentia Michelii* D. C. et *L. tenella* D. C. (p. 35 tab. 27), *Erythræa maritima* Pers (p. 83 tab. 76), *Echicum calycinum* Viv. (p. 163 tab. 130), *Scrophularia trifoliata* L. (p. 65 tab. 60), *Polygonum scoparium* Req. (p. 49 tab. 41), *Alnus suaveoleus* Req. et *A. cordata* Lois. (p. 80), *Allium Schœnoprasum* L. (p. 84 tab. 79), *Lepturus cylindricus* Trin. (p. 70 tab. 59).

Jaussin (Louis-Amant) né très vraisemblablement à Paris — on ignore à quelle date — où son père était marchand-apothicaire, décédé dans la même ville le 25 mars 1767. Immatriculé sur le registre des marchands-apothicaires de Paris le 4 janvier 1732, Amant Jaussin suivit, en qualité d'apothicaire-major, les troupes placées sous les ordres du maréchal de Maillebois et envoyées par la France pour réprimer la révolte des Corses

contre la République de Gênes ; il profita de sa situation pour étudier le pays et prendre des notes sur les événements politiques et militaires auxquels il se trouvait mêlé ; à son retour en France il publia des *Mémoires historiques, militaires et politiques sur les principaux événements arrivés dans l'Isle et Royaume de Corse depuis le commencement de l'année 1738 jusques à la fin de l'année 1741 avec l'histoire naturelle de ce païs là...* etc. ; Lausanne 1749, 2 vol. in-12 ; d'autres éditions qui ne sont peut-être que des réimpressions portent les dates de 1758-59 et 1769. Le *Catalogue raisonné et rangé par ordre alphabétique en françois et en latin de tous les arbres, arbrisseaux, plantes... dont il est fait mention dans le voyage de l'isle de Corse*, occupe les pages 559 à 592 du tome II et mentionne 317 espèces ou variétés, en y comprenant quelques zoophytes ; l'auteur à suivi la nomenclature de Bauhin, de Tournefort et des autres floristes de l'époque, mais il n'en a pas toujours fait une application judicieuse et son catalogue énumère plusieurs plantes qui n'existent pas en Corse, telles que : *Aconitum Anthora*, *Farsetia clypeata*, *Ambrosia maritima*, *Antirrhinum Asarina*, *Athamanta macedonica*, *Cineraria alpina*, *Dracocephalum Moldavica*, *Hedysarum coronarium*, *Hibiscus trionum*, *Lagoecia cuminoides*, *Origanum Onites* et *Marjorana*, *Vaccinium uliginosum* et *Vitis-Idæa*, *Veratrum album* et *nigrum* ; Jaussin y décrit en outre, très brièvement, trois espèces qu'il considère comme nouvelles : *Convolvulus corsicanus* (II, 394 et 583), *Mercurialis corsicana* (II, 390 et 585) et *Vaccinium corsicanum* (II, 414 et 571) qu'il avait observées aux environs de Morsaglia, de Bastia et de Bocognano, mais qui ne semblent même pas appartenir aux genres dans lesquels il les a placées. (Voir la Notice consacrée à Burmann.)

Valle (Felice, Spirito), né à Turin vers 1715, fit ses études de médecine à l'Université de cette ville et y fut admis au doctorat le 1er juin 1743 ; il soutint à cette occasion une série de thèses dont deux, assez peu connues, concernent la botanique ; elles ont pour titre : *1° De plantarum ortu, vegetatione, structura, morbo et interitu ; 2° De balano mirepsica.* Valle fit d'abord de nombreuses herborisations dans les parties les moins connues des Alpes piémontaises, puis, une occasion de visiter la Corse s'étant présentée en 1747, il la saisit avec empressement et accompagna, en qualité de médecin militaire, les troupes italiennes qui se rendaient dans l'île ; là, il employa tous les loisirs que lui laissaient ses occupations professionnelles à réunir des collections de plantes, d'insectes et de coquilles ; c'est au cours de ces excursions qu'il contracta une fièvre pernicieuse à laquelle il succomba après trois jours de maladie, à Ajaccio, dans le courant d'août de cette même année 1747. La majeure partie des collections si péniblement réunies par Valle furent perdues, Allioni put seulement sauver un petit fascicule de plantes recueillies aux environs de Saint-Florent, qui

lui fournit les éléments de son *Florula Corsicæ* dont il est question ci-après.

ALLIONI (Carlo), né à Turin le 2 septembre 1728, mort dans la même ville le 30 juillet 1804, d'après les Mémoires de l'Académie de Turin cités par le professeur Saccardo (suivant Pritzel, Allioni serait né le 23 septembre 1725 et mort le 28 juillet 1804); professeur de l'Université et directeur du Jardin botanique de Turin, acquit des héritiers de Valle un fascicule de plantes contenant 144 espèces récoltées par ce médecin aux environs de Saint-Florent (Corse); il en fit le sujet d'un Mémoire inséré dans les *Mélanges de la Société royale de Turin* (1760-61, p. 204-218) sous le titre : *Felicis Valle Taurinensis, Florula Corsicæ;* à cette époque Allioni n'avait pas encore adopté la nomenclature binaire, aussi les espèces sont-elles désignées, dans ce travail, avec les phrases du *Systema*, sans du reste aucune indication de localité précise ni de station; cinq plantes sont figurées et brièvement décrites comme nouvelles : 1° Euphorbia, p. 209, tab. III (*E. retusa* Cav.); 2° Cistus, p. 207, tab. II (*Helianthemum salicifolium* Pers.); 3° Gnaphalium, p. 211, tab. IV (mauvaise figure du *Filago eriocephala* Goss.); 4° Chrysanthemum, p. 207 (*C. Myconis* L.); 5° Antirrhinum, p. 205, tab. I (*Linaria* sp.); enfin, Allioni mentionne encore (p. 212) un Inula qu'il faudrait identifier, d'après le synonyme, avec l'*I. Oculus-Christi* L., mais cette espèce n'existant pas en Corse, il s'agit évidemment d'une autre plante. Dix ans plus tard, N. L. Burmann réédita la Florule d'Allioni en la réunissant à la liste de Jaussin et en y ajoutant les dénominations binaires linnéennes.

BURMANN (Nicolas-Laurent), médecin-praticien, né à Amsterdam en 1743, décédé dans la même ville le 11 septembre 1793, mérite à peine d'être compté au nombre des auteurs qui ont écrit sur la flore de la Corse, son unique contribution n'étant qu'une copie des Florules d'Allioni et de Jaussin, qu'il a réunies en un seul catalogue classé par ordre alphabétique, en y ajoutant la nomenclature binaire linnéenne; ce travail fait sans aucune critique, puisque l'auteur n'avait ni vu les plantes de Valle, ni celles de Jaussin, a paru en 1770 dans les *Nova Acta physico-medico Academiæ naturæ curiosorum* (tome IV, appendice, p. 205), sous le titre : *Felicis Valle medici Taurinensis Flora Corsicæ ex ipsis schedis collecta a Carolo Allionio aucta ex scriptis Dn. Jaussin et publicum in usum communicata a Dn. N. L. Burmanno*, il occupe les pages 205 à 254 du recueil précité.

LABILLARDIÈRE (Jacques-Julien Houton de) né à Alençon le 23 octobre 1755, mort à Paris le 8 janvier 1834; fit ses études de médecine d'abord à Montpellier, puis à Paris où il prit le grade de docteur; sur la recom-

mandation de Lemonnier, il fut, en 1786, chargé par le gouvernement de Louis XVI d'explorer la Syrie ; à son retour, l'année suivante, il visita plusieurs îles de la Méditerranée, notamment la Sardaigne et la Corse ; c'est Labillardière qui le premier a décrit et signalé en Corse l'*Helichrysum frigidum* Willd. (Xeranthemum frigidum Labill. Ic. Syr. II, p. 9, tab. 4) qu'il avait également observé sur le mont Liban ; nommé en 1791 naturaliste de l'expédition que la Constituante envoyait à la recherche de La Peyrouse, Labillardière interrompit la publication des plantes de son premier voyage et ne la reprit jamais ; son herbier contenant ses récoltes de Corse a été acquis par Webb et fait aujourd'hui partie des collections du Musée de Florence.

Martin (François), directeur du Jardin botanique de la Marine à Toulon, dans les premières années du XIX^e^ siècle, a été confondu par M. le prof. Saccardo (*La Bot. in Ital.*, p. 105) avec un homonyme, Joseph Martin, qui était à la même époque directeur des Jardins coloniaux de la Guyane et s'est spécialement occupé de la culture des arbres à épices. François Martin, sans avoir lui-même visité la Corse, a publié sur la végétation de cette île, dans la *Bibliothèque physico-économique* (an XIII; (1804) tome I, p. 344-348) alors rédigée par Sonini, des *Observations sur le Perce-neige rose ;* l'auteur y donne une bonne description du Leucoium roseum qu'il avait reconnu, après culture au jardin botanique de Toulon, constituer une espèce nouvelle différente du L. autumnale L. ; il y a joint des remarques critiques sur le Bellium bellidioides L. mais en l'idendifiant, à tort, avec le Pectis minuta Schreb. (Bellium minutum L.), enfin il énumère une demi-douzaine de plantes récoltées avec les deux précédentes près de la Chapelle des Grecs, à Ajaccio, par « Gaspard Robert (1), officier de santé, pendant qu'il dirigeait les travaux du jardin botanique d'Ajaccio ».

Nassi (Antonio) a publié, en 1813, à Milan, une *Storia naturale della Coralina di Corsica* (cum I tab. color) citée par Cesati *(Sugg. d. bibliogr. algol. ital.*, p. 54) et par M. Saccardo *(La Bot. in. Ital.*, p. 116).

Salzmann (Philipp), né le 27 février à Erfurt, après avoir fait ses études de médecine en Allemagne vint à Paris en 1806 et, l'année suivante, se rendit à Montpellier où il aurait même rempli pendant quelque temps, d'après l'un de ses biographes, les fonctions de médecin des hôpitaux ; mais bientôt il abandonna l'exercice de la médecine pour se consacrer

(1) Je pense, sans avoir pu cependant en trouver la preuve, que c'est ce même Robert qui devint plus tard directeur du jardin botanique de Toulon et qui fit imprimer en 1838, à Brignolles, un catalogue des *Plantes phanérogames qui croissent naturellement aux environs de Toulon* ; il n'a, du reste, rien publié sur son séjour en Corse ni sur le jardin botanique d'Ajaccio qui paraît n'avoir eu qu'une existence éphémère.

exclusivement à l'étude des sciences naturelles ; en 1820 il fit un voyage botanique en Corse et y réunit des collections de plantes sèches qui furent mises en vente, l'année suivante, chez Ziz de Mayence ; Salzmann a en outre donné dans le *Flora* de Ratisbonne (tome IV, 1821, pp. 101-112) un compte-rendu de son voyage *(Kurze Bemerkungen auf einer botanischen Excursion nach Corsica im Jahre 1820)*, il y signale : *Mesembryanthemum nodiflorum* et *Artemisia arborescens* aux îles Sanguinaires, *Asclepias fruticosa* aux environs de Bastia, *Erodium corsicum*, *Sium siculum*, *Smyrnium Dodonæi Spr.*, *Cnicus obvallatus* M. B. à Bonifacio, etc., etc. ; enfin il y a joint la description de 8 espèces qu'il considérait comme nouvelles : *Galium Barrelieri*, *Statice articulata* β *strictissima*, *Ruta divaricata*, *Euphorbia stellulata*, *Vicia littoralis*, *Seriola taraxacifolia*, *Gnapholium angustifolium*, *Balsamita corymbosa* (Pour la synonymie de ces espèces, voir la *Flore de France* de Grenier et Godron). Ruiné par un banquier de ses amis en qui il avait toute confiance, Salzmann mourut indigent, dans un hospice de Montpellier, le 11 mai 1851.

Pouzolz (Pierre-Casimir-Marie de), né à Nîmes le 17 décembre 1785, décédé dans la même ville le 5 mars 1858 ; tint garnison en Corse, comme capitaine d'infanterie, de 1820 à 1823 et profita de son séjour dans l'île pour y faire de nombreuses et fructueuses herborisations ; il communiqua des échantillons de ses récoltes à différents botanistes de son époque, notamment à Grenier ; il est l'auteur d'une Flore du Gard, assez connue, mais il n'a rien publié sur les plantes de la Corse ; son herbier fait aujourd'hui partie des collections de l'Institut botanique de Montpellier.

Requien (Esprit), né à Avignon le 6 mai 1788, fit au printemps de l'année 1822, en compagnie de son ami Audibert de Tonnelle, un premier voyage botanique en Corse, au cours duquel il se lia avec Soleirol et de Pouzolz qui lui communiquèrent une partie de leurs récoltes ; de retour en France, Requien publia, dans les *Annales des Sciences naturelles*, V (1825) p. 381, des *Observations sur quelques plantes rares ou nouvelles de la flore française* ; ce mémoire, uniquement consacré aux plantes de Corse, contient la description de neuf espèces que l'auteur considérait comme nouvelles : *Alnus elliptica*, *A. suaveoleus*, *Balsamita Audiberti*, *Bellium nivale*, *Euphorbia corsica*, *Helxine Soleirolii*, *Lepidium humifusum*, *Polypogon subspathaceus*, *Thymus glandulosus* et *T. parviflorus* ; dans l'idée de Requien, cette première contribution n'était qu'un début ; mais, à cette même époque, un jeune étudiant en médecine de l'Université de Gênes, St. Serafini, était venu herboriser en Corse et, profitant des communications qu'il avait reçues de Soleirol, de Pouzolz et de Requien lui-même, avait recueilli les plantes que ceux-ci lui avaient signalées comme

intéressantes et les avait envoyées à son maître Viviani ; celui-ci en fit l'objet de plusieurs Mémoires dont il sera question plus loin et dès lors, Requien, ainsi qu'il nous l'apprend lui-même (in *Catalogue des Coquilles de l'île de Corse*, p. VI), renonça à continuer sa publication. Vingt-cinq ans plus tard, au mois d'avril 1847, Requien débarquait de nouveau en Corse et se fixait définitivement à Ajaccio avec l'intention d'y faire d'abord une série d'herborisations et d'employer ensuite les dernières années de sa vie à la rédaction d'une flore de l'île ; c'est alors qu'il réunit les matériaux d'un exsiccata d'environ trois cent dix espèces, lequel fut distribué par les soins d'Aug. Leprévost à vingt-cinq herbiers publics et particuliers dont Requien avait dressé la liste ; un certain nombre de plantes recueillies en plus grand nombre furent en outre distribuées dans les collections de Schultz et Billot, de Kralik et de Bourgeau ; il y a, dans cet exsiccata, quelques erreurs de détermination que l'auteur a lui-même reconnues et dont le relevé n'offrirait plus aujourd'hui qu'un médiocre intérêt. Requien n'a pu mener à bien la tâche qu'il s'était imposée, une apoplexie déterminée par les fatigues d'une herborisation de huit jours, sous un soleil brûlant, l'a enlevé à Ajaccio, le 30 mai 1851. On attribue généralement à Requien un *Catalogue des végétaux ligneux de la Corse* (Ajaccio, 1852) dont il n'est pas l'auteur ; ce travail entaché d'erreurs et sans aucune valeur scientifique a été imprimé par les soins de l'Administration des Forêts, postérieurement à la mort de Requien, d'après ses notes manuscrites et des indications puisées sans contrôle de côté et d'autre.

Serafini (Stefano), docteur en médecine de l'Université de Gênes, n'était encore qu'étudiant lorsqu'il se rendit en Corse, dans le courant de l'année 1822, pour y herboriser ; il y rencontra Soleirol, de Pouzolz et Requien et aurait, paraît-il, profité de leurs indications ; il communiqua ses récoltes à son maître Viviani qui leur consacra trois mémoires dont il sera question ci-après ; Serafini avait exploré : Bonifacio, Corte, Porto-Vecchio, La Trinité, Tallano, Monaccia, la plaine de Figari, les îles Cavallo et Lavezzi, les montagnes de Cagna, les monts San-Pietro, Coscione, Rotondo, etc. Viviani a dédié à son élève une rose des hautes montagnes de la Corse appartenant au groupe des rubigineuses (*Rosa Serafinii* Viv. Diagn. ad calcem Fl. Libycæ, p. 67).

Viviani (Domenico), né à Legnaro-Levanto (Ligurie) le 29 juillet 1772, décédé à Gênes le 15 février 1840 ; professeur d'histoire naturelle à l'Université et directeur du Jardin botanique de Gênes, n'a jamais herborisé en Corse, mais il a consacré à la flore de cette île trois petits Mémoires devenus assez rares ; le premier a pour titre : *Floræ Corsicæ specierum novarum vel minus cognitarum diagnosis* (in-4°, 16 p., Gênes 1824), le

second: *Appendix ad Floræ Corsicæ prodromum* (in-4°, 8 p. et 1 pl., Gênes 1825) et le troisième : *Appendix altera ad Floræ Corsicæ prodromum* (in-4°, 8 p. et 2 pl., Gênes 1830) ; en outre, Viviani a joint à son *Floræ Libycæ specimen* (in-fol., Gênes 1824, p. 67-68), sous forme d'appendice, deux pages de *Novarum specierum diagnosis* contenant la description de vingt et une plantes dont quatorze appartiennent à la flore corse ; la majeure partie de ces espèces avait été envoyée à Viviani par l'un de ses élèves, le Dr Serafini, et si toutes n'ont pas été acceptées par les auteurs subséquents, les Mémoires de Viviani occupent encore une place importante dans l'histoire de la flore corse.

Eschenlohr (Benedikt), jardinier de la cour à Inspruck, fit en 1825, aux frais de Sieber, un voyage botanique en Corse ; il était accompagné d'un jeune élève en pharmacie de Dresde, nommé Holl ; je n'ai trouvé aucun détail sur ce voyage qui avait vraisemblablement pour but de fournir à Sieber des plantes et des graines pour les collections qu'il mettait en vente.

Sieber (Franz, Wilhelm), né à Prague en 1785 suivant Pritzel, en 1789 d'après Haussmann (*Fl. von Tirol*, III, p. 1186) et quelques autres, décédé dans l'asile d'aliénés de la même ville le 17 décembre 1844, est connu surtout par ses voyages d'exploration botanique et les nombreuses collections de plantes sèches qu'il mit pendant trente ans à la disposition des grands herbiers publics et particuliers ; il a publié, vers 1826, un *Flora Corsicæ exsiccata* contenant 262 espèces, dont une partie, au moins, lui avait été fournie par Eschenlohr ; cette collection qui ne m'est connue que par une liste autographe de son auteur, contenait 7 espèces que Sieber considérait comme nouvelles ; l'une : *Sisymbrium acaule* Sieb., n'a pas été identifiée ; les 6 autres ont été rapportées à des espèces déjà connues, savoir : *Pæonia corsica* Sieb. = *P. corallina* Retz, *Potentilla corsica* Sieb. = *P. crassinervia* Viv., *Chysanthemum corsicum* Sieb. = *Leucanthemum coronopifolium* var. *ceratophylloides* Gr. et Godr., *Gnaphalium acaule* Sieb. = *G. supinum* L., *Nepeta scordifolia* Sieb. = *N. agrestis* Lois, *Thymus affinis* Sieb. = *T. herbabarona* Lois. (Legis Glückselig a publié à Vienne une biographie de Sieber (1847, in-8°, IV et 90 p. cum effig.) que je n'ai pu consulter).

Soleirol (Joseph-François), né à Verdun le 23 juillet 1781, décédé à Metz en 1863 ; entré à l'École Polytechnique en 1800, il en sortit dans le génie et fit, en qualité de capitaine de cette arme, un séjour de plusieurs années en Corse et plus spécialement à Calvi ; en 1825 il publia un exsiccata de plantes corses, avec étiquettes imprimées, contenant environ 300

espèces ; il existe en outre quelques collections auxquelles l'auteur a ajouté une série de plantes recueillies en petit nombre et munies d'étiquettes manuscrites ; en dehors de cet exsiccata, Soleirol n'a rien publié sur la flore de la Corse.

Salis-Marschlins (Ulysse-Adalbert von), dernier descendant de l'ancienne famille de ce nom, était né en Suisse, au mois d'avril 1795 ; il fit de 1828 à 1830 un séjour de près de trois années en Corse, comme capitaine-juge d'un régiment suisse, au service de France, tenant garnison à Bastia ; il put, grâce à sa situation, faire de nombreuses et fructueuses herborisations ; après la révolution de Juillet, il rentra en Suisse, étudia ses récoltes et publia dans le *Flora*, sur la flore corse, une série d'articles dont voici le titre et les indications bibliographiques : *Aufzählung der in Corsica und Zumächst in der Ungebung von Bastia von ihm bemerkten Cotyledonar-Pflanzen, nebst Angabe ihres Standortes, dessen auzefährer Höke uber den Meere und dem mehr oder minder häufingen Vorkommen einer jedem (Flora* XVI (1833) 449-461, 464-476, 486-496, XVII (1834) Bd. 2, 1-86 ; Brongniart en a donné une analyse assez étendue dans les *Ann. sc. nat.*, sér. 2, V, 108-117).

Dans ce travail, Salis a signalé un certain nombre de plantes avant lui inconnues en Corse : *Sinapis dissecta* Lag., *Helianthemum ægyptiacum* L. (?), *Cerastium repens* L. (?), *Cirsium polyanthemum* D. C., *Gagea bohemica* Gaud., *Cyperus aureus* Ten., *Nothochlœna Vellæ* Desv., et il a décrit quelques espèces ou variétés nouvelles : *Ranunculus tenellus* Gay, *Clypeola Jonthlaspi* var. *leiocarpa* Salis, *Viola Bertolomi* Salis, *Astragalus massiliensis* var. *montanus* Salis, *Ervum Salisii* Gay, *Scabiosa grandiflora* var. *macrocalycina* Salis, *Leucoium trichophyllum* Gay, qui n'ont pas toutes été acceptées par les floristes et notamment par Grenier et Godron. Depuis 1840, Salis-Marschlins avait complètement délaissé la botanique ; il est mort dans son pays natal, le 14 février 1886 ; son herbier fait aujourd'hui partie des collections du Polytechnicum de Zurich.

Thomas (Philippe), né à Bex, appartenait à la famille de collecteurs-botanistes qui, pendant près d'un siècle, a fourni de plantes suisses les herbiers publics et particuliers d'Europe ; il quitta d'assez bonne heure son pays natal pour aller se fixer en Sardaigne, où il mourut jeune encore, à Cagliari, le 23 août 1831 ; Philippe Thomas a fait une excursion en Corse et a joint quelques plantes de cette île à ses récoltes beaucoup plus nombreuses de Sardaigne, que son frère Emmanuel a mises en vente. F. Robiquet attribue à Ph. Thomas la découverte, aux environs de Bastia, des *Orobus variegatus* et *Bupleurum spinosum*.

Robiquet (François ?), après avoir résidé plusieurs années en Corse comme ingénieur des Ponts et Chaussées, a donné dans ses *Recherches historiques et statistiques sur la Corse* (Paris et Rennes, 1835, un vol. gr. in-8°, avec atlas fol.), une liste (pp. 47-64 et 586), d'environ 1.600 espèces observées dans l'île; les plantes sont rangées dans l'ordre du *Botanicum* de Duby, et le plus souvent dépourvues d'indication de localités; l'auteur n'était, du reste, pas botaniste, et sa liste est une compilation extraite des flores de de Candolle et de Duby, des publications de Viviani, des exsiccata de Soleirol et enfin de deux catalogues manuscrits rédigés, l'un par Serafini, d'après ses herborisations, l'autre par Clarion d'après les plantes de son herbier; ces matériaux n'ont pas même été mis en œuvre par Robiquet, qui avait eu recours, pour ce travail, à Pontallié de Rennes et à un jeune pharmacien élève de Clarion.

Boullu (Étienne, abbé), né le 1er décembre 1813, à la Côte-Saint-André (Isère). M. l'abbé Boullu, doyen des botanistes français, a habité Ajaccio de 1836 à 1842 inclusivement, en qualité de professeur au Petit Séminaire de cette ville; il a exploré les environs d'Ajaccio, de Corte, de Vico, la forêt d'Aitona, les monts Tiritone et Rotondo; il a communiqué des échantillons de ses récoltes à différents botanistes et notamment à Grenier; en 1877, l'abbé Boullu est retourné dans l'île avec la Société Botanique de France et, à cette occasion, il a publié dans le *Bulletin* de cette Société : *Rapport sur l'herborisation faite à l'étang de Biguglia* (tome XXIV, p. LXII) et *Compte rendu des herborisations d'Ajaccio* (p. LXXXVII), puis dans le tome XXVI, p. 80, *Liste de quelques plantes recueillies aux îles Sanguinaires*, et enfin, dans les *Annales de la Société Botanique de Lyon*, tome V, p. 88. *Carex minima* sp. cors. nov. de Campotile et *Scilla corsica* sp. cors. nov. de la Chapelle des Grecs près Ajaccio, et tome XXIV, p. 63 : *Herborisations en Corse de MM. Foucaud et Simon.*

Forestier (Aimé, vicomte de). Je n'ai pu trouver sur ce botaniste, d'autres renseignements que ceux consignés par Lasègue dans le *Musée botanique de B. Delessert* (p. 103); de Forestier avait fait, pendant les années 1837 et 1841, deux voyages botaniques en Corse, au cours desquels il explora les environs d'Ajaccio, de Bonifacio, de Porto-Vecchio, de Guagno, le mont Coscione, les îles Lavezzi, Cavallo et Piana; il a dû mourir vers 1855 ou 1856.

Léveillé (Jean-Henri), né à Crux-la-Ville (Nièvre) le 28 mai 1796, décédé à Paris le 3 février 1870; reçu docteur en médecine à la Faculté de Paris le 3 janvier 1824, se livrait à l'exercice de son art tout en cultivant la botanique et plus spécialement la mycologie; en 1837, il fit partie de

l'expédition scientifique qui explora la Russie méridionale sous la direction et aux frais du prince Anatole de Demidoff; avant de rentrer en France, Léveillé s'arrêta en Corse pour y herboriser ; il n'a rien publié sur les récoltes phanérogamiques faites pendant cette dernière partie de son voyage et sa contribution à la flore de Corse se limite à quelques espèces nouvelles de Champignons décrites dans les *Annales des Sciences naturelles* (sér. 3, IX, 136 et 253); l'herbier de Léveillé a été détruit pendant la guerre de 1870.

Jordan (Alexis), né à Lyon le 29 octobre 1814, décédé dans la même ville le 7 février 1897 ; a herborisé en Corse pendant une partie de l'année 1840 et y a fait d'importantes récoltes de plantes sèches, de graines et de plantes vivantes; il a distribué aux botanistes avec lesquels il était en rapport, un exsiccata muni d'étiquettes imprimées, mais non numérotées ; il a en outre décrit dans ses *Observations*, son *Pugillus*, son *Breviarium*, ses *Diagnoses* et figuré dans ses *Icones*, toute une série de formes spéciales à la Corse dont plusieurs cependant ont une valeur très discutable. Jordan avait principalement visité les environs d'Ajaccio, de Bonifacio, de Corte et les montagnes du centre de l'île, comme les monts d'Oro, Cagnone, Coscione; une collection de ses plantes de Corse existe dans l'herbier du Muséum de Paris.

Bernard. Je n'ai trouvé que fort peu de renseignements sur ce botaniste dont le nom serait probablement inconnu, si Grenier et Godron ne l'eussent cité plusieurs fois dans leur *Flore de France* et Thurmann dans son *Essai de phytostatique*. Bernard appartenait à l'administration des Contributions indirectes et il dut à cette circonstance de résider et par suite d'herboriser dans différentes régions de la France, notamment en Corse; il résulte de sa correspondance avec Grenier, que dès 1816 il herborisait dans les Pyrénées, que de 1841 à 1843 il résidait en Corse et qu'au mois de mars 1848, il avait quitté l'île pour venir habiter à Nantua. Les étiquettes de Bernard laissent souvent à désirer sous le rapport de l'exactitude et de la précision; c'est d'après lui que Godron a indiqué (Fl. Fr. I, 208) en Corse, le *Silene bipartita* Desf. qui n'y a jamais été retrouvé.

Rocca (Xavier), aurait, suivant Pritzel (Thes. ed. 2 n°. 7679), publié à Lyon, en 1841, chez Charvin et Nigon, une *Liste des plantes rares spontanées du midi de la France et de la Corse* (in-8°) que je n'ai pu trouver ni à Paris, ni à Lyon où mon excellent confrère M. le Dr Saint-Lager a bien voulu la chercher sur ma demande.

Fée (Antoine-Laurent-Apollinaire), né à Ardentes (Indre) le 7 novembre 1789, mort à Paris le 21 mai 1874, professeur d'Histoire naturelle à la Faculté de Médecine de Strasbourg de 1834 à 1870, a fait, en 1845, une excursion en Corse et en a publié le récit l'année suivante sous le titre : *Une excursion en Corse pendant l'été de 1845* (Strasbourg 1846, in-8°) ; c'est dans cette brochure que Fée a signalé, sur les sables de l'embouchure de la Solenzara, la présence de l'*Hydrocotyle pleiantha* Cesati (in Linnæa XI (1837) p. 313) qui ne paraît pas avoir été revu en Corse depuis cette époque.

Bourgeau (Eugène), né à Brizon (Haute-Savoie) en avril 1813, décédé à Paris le 21 février 1877, a visité en 1848, pour le compte de l'Association botanique française d'exploration dont il était le voyageur-collecteur, le midi de la France (Fréjus, Toulon) et les environs d'Ajaccio ; les exsiccata de plantes corses qu'il a publiés à la suite de ce voyage contiennent, outre ses récoltes personnelles, une assez forte proportion d'espèces recueillies par Requien.

Kralik (Jean-Louis), né à Strasbourg le 26 juillet 1813, décédé à Tresserve (Savoie) le 19 février 1892, a séjourné en Corse du 10 mars 1849 au 21 août de la même année, pour y réunir les éléments d'un exsiccata de 430 numéros ; quelques espèces sont en double, mais proviennent de localités différentes ; plusieurs ont été fournies par Requien qui, à cette époque, habitait la Corse. Pendant les quelques mois qu'il a passés dans l'île, Kralik a exploré les environs d'Ajaccio, de Corte, de Bastia, de Porto-Vecchio, de Saint-Florent, de Bastelica, de Tizzano, de Zicavo, la vallée du Faran, l'étang de Biguglia, les îles de Lavezzi et de Cavallo, les montagnes de Cagna, le cap Corse, les monts d'Oro, Renoso, Rotondo et Coscione ; il a découvert à la Glacière de Bastia le *Cardamine Chelidonia* L. qui n'y a pas été retrouvé après lui ; enfin, Kralik a décrit, en collaboration avec Cosson, les plantes rares ou nouvelles de son voyage, dans le fascicule II des *Notes sur quelques plantes de France* (juillet 1850).

Fabre (Jean-Henry), né à Saint-Léons (Aveyron) le 21 décembre 1823 ; le charmant écrivain des *Souvenirs entomologiques* a été professeur de sciences au collège d'Ajaccio, de 1849 à 1857 ; il s'est trouvé en rapport avec Requien, auquel il a communiqué ses récoltes botaniques, et avec Moquin-Tandon qu'il a guidé dans son exploration de la Corse, et notamment au Monte Renoso (cf. *Souv. entomolog.*, 6e série, p. 63 et suiv.) ; enfin il a envoyé à Schimper beaucoup de mousses dont celui-ci a tiré parti pour la rédaction de ses ouvrages sur les Muscinées d'Europe.

Moquin-Tandon (Christian-Horace-Bénédict-Alfred), né à Montpellier le 7 mai 1804, docteur ès sciences (1826) et docteur en médecine (1828), d'abord professeur à l'Athénée de Marseille, puis à la Faculté des Sciences, et directeur du Jardin des Plantes de Toulouse (1833, 1834) et en dernier lieu professeur à la Faculté de Médecine de Paris (1853) et membre de l'Institut (1851). Dès 1849 Moquin s'était familiarisé avec les plantes de la Corse dans le but de collaborer à la flore dont son ami Requien avait conçu le projet ; après la mort de celui-ci, Moquin, qui avait hérité de ses papiers et d'une partie de ses collections, reprit pour son propre compte l'idée de Requien et, au mois d'août 1852, muni d'une mission officielle du gouvernement, il fit un voyage en Corse pour en étudier la végétation ; dans sa correspondance Moquin parle assez souvent de ce *Flora corsica* auquel il paraît avoir travaillé, autant que le lui permettaient ses nombreuses occupations, mais qu'il n'eut malheureusement pas le temps de terminer ; il mourut à Paris le 15 avril 1863 ; son herbier fait partie des collections de feu le docteur Cosson, lesquelles appartiennent aujourd'hui à M. Ernest Durand (1).

§ II. De 1850 à 1900.

Baker : Colchicum corsicum sp. nov. (Bonifacio), *Journ. Linn. Soc.*, XVII (1880), p. 431.

Blanc (Louis) : Flore des env. d'Ajaccio ; *Bull. Soc. bot. Lyon* VI, p. 6.

Bonavita : Description de plantes qui croissent en Corse et qui n'appartiennent pas à la flore de la France continentale ; *Bull. Soc. des Sciences hist. et nat. de la Corse* 1881 à 1884 (cf. compte rendu in *Bot. centr. Btatt*, XII (1882), p. 92.

Bonnet : Sur quelques plantes du midi de la France ; *Bull. Soc. bot. Fr.*, XXV, p. 207. — Observations sur quelques plantes de France ap. Magnier, *Scrinia*, p. 42. — Lettre au président de la Société botanique italienne ; *Bull. Soc. bot. ital.* 1893, p. 449.

Boreau : Notice sur les plantes recueillies en Corse par M. E. Revellière ; *Mém. Soc. Acad.* Maine-et-Loire, I (1857), p. 83. — Deuxième notice ; *loc. cit.*, IV (1858), p. 115. — Troisième notice ; *loc. cit.* VIII (1860), p. 5. — Potentilla Salisii sp. cors. nov. (montagnes de la Corse) ; *loc. cit.*, XIV (1862), T. à p. 19.

(1) Une phrase de Lasègue dans le *Mus. bot. de Delessert*, p. 103, m'avait laissé supposer que Maire, connu surtout par ses récoltes botaniques dans la région parisienne, avait aussi herborisé en Corse ; mais l'herbier de ce botaniste est entré tout entier dans l'herbier Cosson et M. G. Baratte qui a bien voulu, sur ma demande, faire des recherches dans cette collection dont il est le conservateur, n'a pu trouver aucune plante de Corse recueillie par Maire ; d'autre part, mes propres recherches n'ont pu, jusqu'à présent, confirmer l'assertion de Lasègue.

Campbell (Thomasina M. A. E.) : *Southward ho ! ou Notes sur l'Ile de Corse* ; Ajaccio, 1872, in-16 ; contient une *Énumération des plantes rares ou remarquables* ainsi que des mollusques de la Corse ; cette liste serait l'œuvre de Shuttlevorth d'après une lettre de M. Autran au prof. Saccardo (in *La Botanica in Italia*, p. 154).

Celakowsky : Narthecium Reverchoni sp. cors. nov. (mont Renoso) ; *OEsterr bot. Zeitschr*, XXXVII (1887), p. 154.

Chabert (Alfred) : Sur les Orchis provincialis et pauciflora du Cap Corse ; *Bull. Soc. bot. Fr.* XXVIII, p. LIII. — Observations sur la flore montagneuse du Cap Corse ; *loc. cit.* XXIX, p. L. — Contribution à la flore de France et de Corse ; *loc. cit.* XXXIX, p. 66. — Campanula Rapunculus L. var. bracteosa Willk (env. de Bastia) ; *Bull. herb. Boissier*, III, p. 149.

Clavé (J.) : Les forêts de la Corse ; *Rev. des Deux Mondes*, 15 mai 1864.

Debeaux : Plantes de Corse, 1867 et seq. (Exsiccata avec étiquettes manuscrites et numérotées, distribué par l'auteur aux botanistes avec lesquels il était en relation d'échanges.) — Algues marines des environs de Bastia ; *Mém. de méd. militaire* XXIX (1873), p. 528 et *Rev. des Sc. nat.*, II (1874). p. 193 et 332. — Notes sur plusieurs plantes nouvelles ou peu connues de la région méditerranéenne ; *Rev. botanique*, mai-juillet 1891 et juin-décembre 1894 (passim).

Doumet-Adanson : Une semaine d'herborisation en Corse ; *Ann. Soc. hortic. et hist. nat. de l'Hérault*, 1855. — Sur les forêts de la Corse et la destruction déplorable des Laricio archiséculaires qu'elles renferment ; *Bull. Soc. bot. Fr.*, XIX, p. LXXX. — Notice sur Romagnoli et visite à ses collections léguées à la ville d'Ajaccio ; *loc. cit.*, XXIV, p. CI. — Arbutus Doumeti Romagn. teste Doumet ap. *Griseb Véget. du globe, trad. Tchihatchef*, II, p. 146.

Fliche : Notes sur la flore de la Corse ; *Bull. Soc. bot. Fr.*, XXXVI, p. 356.

Foucaud : Papaver Simoni, sp. cors. nov. ; *Bull. Soc. bot. Rochel.*, XVIII, p. 23. — Biscutella Rotgesii et Potentilla Mandoni, sp. cors. nov. ; *loc. cit.*, XXIII, pp. 27 et 30, tab. I et III. — Recherches sur le Trisetum Burnoufii Reg., *loc. cit.*, XXI, p. 22 ; *Bull. Soc. bot. Fr.*, XLVI, p, 292 ; *Bull. herb. Boissier*, VII, p. 696. — *Trois semaines d'herborisations en Corse* (en collab. avec Simon) ; La Rochelle, 1898, in-8°, 180 p. et 3 pl. — Additions à la flore de Corse ; *Bull. Soc. bot. Fr.*, XLVIII, p. 83, tab. I-V.

Freyn : Muscari constrictum Tausch (Bastia) et M. Holzmanni Freyn (Bastia) ; *Flora*, 1885, pp. 12 et 18.

Gillot : Liste des Muscinées récoltées en Corse ; *Rev. bryolog.*, V (1878), p. 8. — Liste des cryptogames récoltées en Corse ; *Bull. Soc. bot. Fr.*, XXV, p. 131. — Souvenir d'un voyage botanique en Corse ; *Feuille des J. Natur.*,

IX, pp. 58 et 71. — Notes sur quelques plantes nouvelles pour la flore de France; *Bull. Soc. bot. Fr.*, XXX. p. XII.

Le Grand : Contribution à la flore de Corse ; *Bull. Soc. bot. Fr.*, XXXVII, p. 17.

Kornhuber : Ueber Corsica ; *Schrift. d. Vereins z. Verbreitung naturw. Kenntnisse in Vien*, 1884, p. 51, *cum mapp. geogr. et geol.* (contient un Catalogue des plantes endémiques de la Corse).

Lafont : Statice nigricans sp. nov. (Bonifacio, Biguglia); *Act. Soc. Linn. Bordeaux*, XXVII (1869), p. 155, pl. 8, fig. 4.

Lardière : Excursion botanique en Corse; *Bull. Soc. bot. Lyon.* XI, p. 58.

Levier : Tableau des espèces endémiques ou spéciales à la Corse et à la Sardaigne, apud Barbey, *Floræ Sardoæ compendium*, p. 10 (1884).

Liotard : Contribution à l'étude des algues de la Corse; *Bull. Soc. des sc. hist. et nat. de la Corse*, IV (1887), p. 601.

Mabille : Herbarium corsicum, 1867 et seq., 450 esp. — *Recherches sur les plantes de la Corse*, fasc. I, Paris, 1867; fasc. II, Paris, 1869. — Excursions botaniques en Corse; *Feuille des J. Natur.*, VII (1877), p. 109.

Marsilly (de Commines de) : *Catalogue des plantes vasculaires indigènes ou généralement cultivées en Corse;* Paris, 1872, Masson, éd.

Nylander : Circa lichenes corsicanos adnotationes; *Flora* 1878, p. 449.

Petit : Additamenta Catalogi plantarum vascular. indigen. Corsicarum edit. a de Marsilly; *Botanisk Tidsskrift*, XIV, n° 4 (Cf. *Soc. bot. Fr. rev. bibl.* XXXII, p. 191).

Rendu (Victor) : Lettre sur la découverte du Pteroneurum græcum ; *Ann. Sc. nat.*, 3e série, XIV (1850), p. 379.

Reverchon : Plantes de Corse. Exsicc. 1878, 1880, 1881, 6 centuries environ.

Roux (Nisius) : Présentation de plantes de Corse : *Bull. Soc. bot. Lyon*, VIII, p. 29 et *Ann. Soc. bot. Lyon* C. R., XX, p. 24 et 64.

Rouy : Suites à la flore de France; *Le Naturaliste*, 1884-1891 (passim). — Polycarpon rotundifolium, sp. cors. nov.; *Bull. Soc. bot. Fr.*, XXXVIII, p. 262.

Sargnon : Rapport sur la session de la Soc. bot. de Fr. tenue en Corse; *Ann. Soc. bot. Lyon*, VI, p. 54. — Observations sur quelques plantes de Corse; *loc. cit.*, p. 192.

Société botanique de France : Session extraordinaire tenue en Corse en mai et juin 1877; *Bulletin*, XXIV, pp. I-CIII (communications de MM. Olivier, VII; Burnouf, XIX, XXX et LXXXIV; Gillot, XXXVIII et LXXII; Boullu (voir ce nom); Billiet, LXVII; Bras, LXXII; Motelay, LXXXIII; Doumet-Adanson, CI.

SOMMIER : Osservazioni sulla Crepis bellidifolia Lois; *Bull. Soc. bot. Ital.*, 1900, p. 238.

VALLOT : Sur quelques plantes corses; *Bull. Soc. bot. Fr.*, XXXIV, p. 131.

WILLIAMS (F. N.) : Arenaria Gayana sp. cors. nov. (Pastriciale); *Journ. Linn. Soc.*, XXXIII (1897), p. 422.

M. P. LEDOUX

Professeur à l'École Arago, à Paris.

SUR LA RÉGÉNÉRATION EXPÉRIMENTALE DES ORGANES FOLIAIRES CHEZ LES ACACIAS PHYLLODIQUES (1) [581.779]

— Séance du 9 Septembre —

Dans une récente communication à l'Académie des Sciences (2) j'ai rappelé qu'on trouve chez certains Acacias tropicaux un polymorphisme très remarquable des organes foliaires. Les données anatomiques m'ont permis de conclure que les phyllodes ou pétioles élargis sont des organes de remplacement des feuilles, adaptés aux conditions du milieu ambiant.

De ce travail et de mes observations ultérieures il résulte qu'il y a lieu de distinguer, au-dessus des cotylédons, quatre types d'organes foliaires différents, qui, au moins dans le jeune âge, coexistent sur un même végétal, savoir, à partir de la base :

1° Une première feuille une seule fois composée à pétiole normal creusé en gouttière;

2° Un petit nombre de feuilles plusieurs fois composées également à pétiole normal;

3° Des feuilles plusieurs fois composées chez lesquelles l'aplatissement du pétiole est progressif à partir de la base et également peu nombreuses.

4° Des feuilles réduites à un pétiole très aplati, dépourvues complètement de folioles. Celles-ci, qui, seules, existent à l'âge adulte de la plante, sont donc le dernier terme de la transformation de la feuille en phyllode.

Cette diversité de dispositions des feuilles des acacias m'oblige à fixer leur nomenclature :

Tout pétiole né directement sur la tige ou sur ses ramifications est un

(1) Travail exécuté au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne dirigé par M. Gaston Bonnier.
(2) Comptes rendus de l'Académie des Sciences (18 mars 1901).

pétiole de premier ordre. Remarquons que ce sont ces pétioles de premier ordre qui, seuls, subissent le phénomène de l'aplatissement.

Toute ramification d'un pétiole de premier ordre est un pétiole de deuxième ordre. Je réserve ainsi le nom de pétiolule à la partie très réduite de chaque foliole qui porte le limbe à son extrémité terminale et est fixée par l'autre extrémité à un pétiole d'ordre quelconque.

J'appelle feuille unipennée toute feuille composée qui ne porte qu'une seule rangée de folioles de chaque côté; feuille bi, tri, tétra... polypennée toute feuille composée qui porte, de chaque côté du pétiole de premier ordre, 2, 3, 4...*n* pétioles foliolés.

Il m'a paru intéressant de rechercher si, par des sectionnements de la tige faits à des niveaux déterminés, il était possible de provoquer la naissance de l'une ou l'autre de ces différentes formes de feuilles.

Considérant d'ailleurs l'étroite analogie des résultats obtenus avec diverses espèces d'Acacias du même âge cultivés dans les mêmes conditions (*A. cultriformis; A. cyanophylla; A. cyclopis; A. longifolia; A. salicina; A. verticillata*, etc.,) je me bornerai à donner le détail des expériences effectuées sur un type caractéristique : *A. cultriformis*. J'appuierai mon exposé des figures concernant les autres espèces.

Les semis ont été faits le 8 décembre 1900 dans les serres du Jardin colonial de Nogent-sur-Marne mises gracieusement à ma disposition par M. Dybowski, Directeur du Jardin, que je suis heureux de remercier ici.

Première observation, *5 mai 1901*. — A cette date l'*Acacia cultriformis (fig. 1)* présentait l'aspect suivant. Les cotylédons étaient tombés. La première feuille *unipennée*, séparée des traces cotylédonaires par un court entre-nœud, avait déjà perdu une partie de sa vigueur. Elle portait trois paires de petites folioles ayant en moyenne, 5 millimètres de longueur sur 3 millimètres de largeur. La 2e et la 3e feuilles *bipennées* étaient pourvues sur chaque pétiole de 2e ordre de 5 paires de folioles analogues. La 4e et la 5e feuilles, également bipennées, portaient 7 paires de folioles à chaque pétiole de 2e ordre. Mais tandis que le pétiole de 1er ordre de la 4e feuille était normal et creusé en gouttière, le pétiole de même ordre de la 5e feuille était déjà très légèrement aplati dans un plan vertical. A partir de ce niveau, l'aplatissement des pétioles de 1er ordre s'accentuait progressivement en même temps que le nombre des folioles diminuait de quelques unités. Enfin la feuille 6 étant bipennée, les feuilles 7 et 8 tétrapennées, la 9e était entièrement réduite à un pétiole très élargi affectant la forme en coutre caractéristique de cette espèce. Les dimensions des axes de ces coutres étaient $16^{mm} \times 5^{mm}$, c'est-à-dire notablement supérieures à celles d'une foliole.



Fig. 1.
Acacia cultriformis (témoin).
Semé le 8 décembre 1900.
Dessiné le 16 juin 1901.
cc', traces cotylédonaires.
b[al], bourgeon terminal.

Dans les conditions normales, c'est donc de la 6e *à la* 9e *feuille que s'est effectué le phénomène d'aplatissement des pétioles et de disparition des folioles.*

Ce même jour, 5 mai 1901, je pratiquai une section complète de la tige au-dessus de la quatrième feuille, c'est-à-dire à un niveau auquel les pétioles étaient encore normaux avec une goutière ventrale.

2e Observation, 26 mai 1901. — La première feuille unipennée de la base de l'échantillon sectionné était en voie de disparition. Ses folioles commençaient à tomber dans la région basilaire. Les feuilles 2, 3, 4 n'avaient pas changé d'aspect. Mais, à l'aisselle de la quatrième feuille, c'est-à-dire *au nœud le plus voisin de la section*, était né un vigoureux rameau de remplacement dont le diamètre (8/10 mm) était d'un tiers plus gros que la tige elle-même à ce niveau (5/10 mm) (Voir fig. 2, du 16 juin).

Ce rameau axillaire portait à partir de sa base :

(a) Une feuille bipennée (que j'appelle 5′ pour la distinguer de la feuille 5 du témoin née normalement sur la tige principale) dont le pétiole de premier ordre aplati dans un plan vertical avait des dimensions relativement grandes (18mm × 6mm).

(b) Au-dessus, une autre feuille bipennée (6′) moins développée, dont le pétiole de premier ordre moins allongée, tendait davantage vers la forme en coutre.

(c) Un pétiole *élargi en coutre et non foliolé* (7′).

On aurait pu croire que la première feuille de la base du rameau de remplacement (5′) serait, soit une feuille unipennée comme la première feuille du témoin, soit, tout au moins, une feuille bipennée à pétiole peu aplati comme la feuille 5 du témoin ou même une feuille tétrapennée. *Il n'en est pas ainsi.* La feuille 5′ est bipennée, mais son pétiole de premier ordre est à la fois très allongé et très élargi. L'organe auquel on pourrait tout au plus le comparer est le pétiole de la feuille 8 du témoin qui est beaucoup plus avancé dans son évolution vers la forme en coutre que la feuille 5 ainsi que le montre la figure.

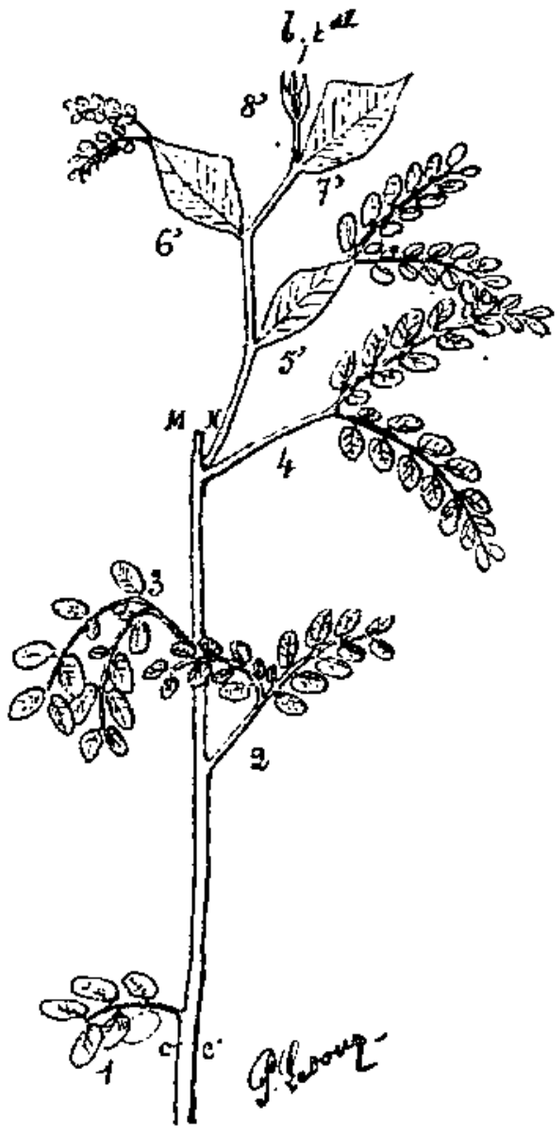


Fig. 2.
Acacia cultriformis (sectionné).
Semé le 8 décembre 1900.
Sectionné en MN le 5 mai 1901.
Dessiné le 16 juin 1901.
cc′ traces cotylédonaires.
bl[al], bourgeon terminal.
Les feuilles 4′, 5′, etc., sont phyllodinisées.

Or, il est important de noter que, le jour où la section a été faite, le 5 mai 1901, la feuille 8 était encore rudimentaire. Elle s'est développée en même temps que la première feuille de base du rameau de remplacement. Le développement de la feuille 5′ du type sectionné a donc été concomitant de celui de la feuille 8 du témoin.

Le même jour, 26 mai 1901, le témoin avait simplement accru les dimensions de ses dernières feuilles dont la neuvième était toujours sans folioles.

3e Observation, 16 juin 1901. — Chez l'individu sectionné (fig. 2), les quatre feuilles de la base au-dessous de la section étaient de moins en moins vigoureuses. Leur teinte verte s'atténuait de plus en plus. Le rameau axillaire de la quatrième feuille, toujours très vigoureux, s'était accru au-dessus de la

feuille 7′ de deux nouveaux pétioles aplatis en coutre et non foliolés. En même temps les pétioles 5′, 6′, 7′ s'étaient considérablement élargis.

A la même date du 16 juin, je constatai chez le témoin la naissance au sommet de l'axe principal de deux nouvelles feuilles 10 et 11 réduites à un coutre très petit et *non foliolé*.

4e Observation, 7 juillet 1901. — De nouveaux coutres non foliolés étaient en voie de développement aux extrémités terminales, tant de l'échantillon sectionné que du témoin.

Je considérai donc cette série d'expériences comme terminée, au moins au point de vue de la morphologie externe.

Le sectionnement de la tige au-dessus de la quatrième feuille a donc eu pour résultats :

1° Sur les semis de l'année, de provoquer, dans la région la plus voisine de la section, la naissance d'un vigoureux rameau de remplacement de la tige;

2° *Au voisinage de la section, de substituer à des feuilles normales bipen-*

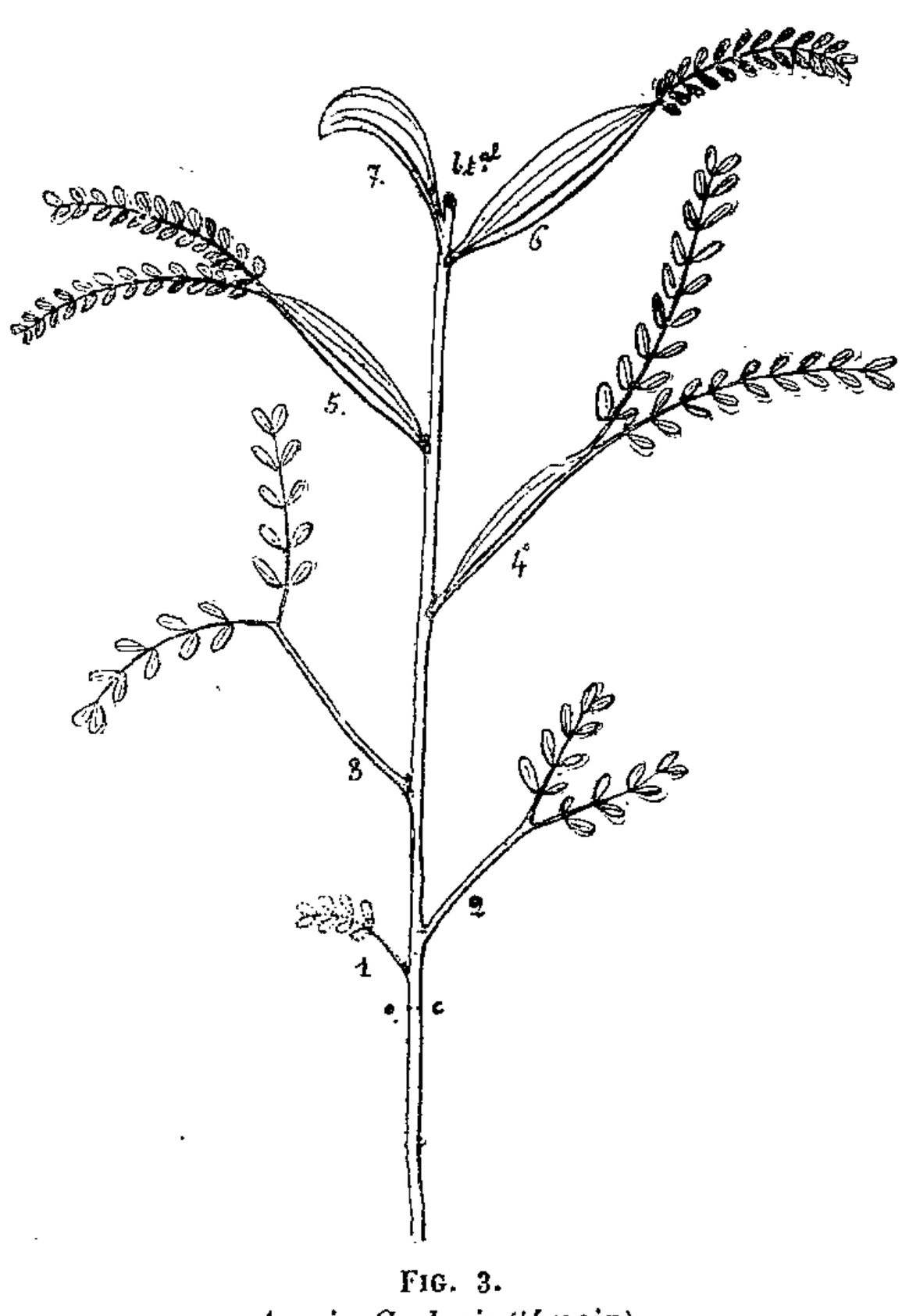


Fig. 3.
Acacia Cyclopis (témoin).
Semé le 8 décembre 1900. Dessiné le 26 mai 1901.

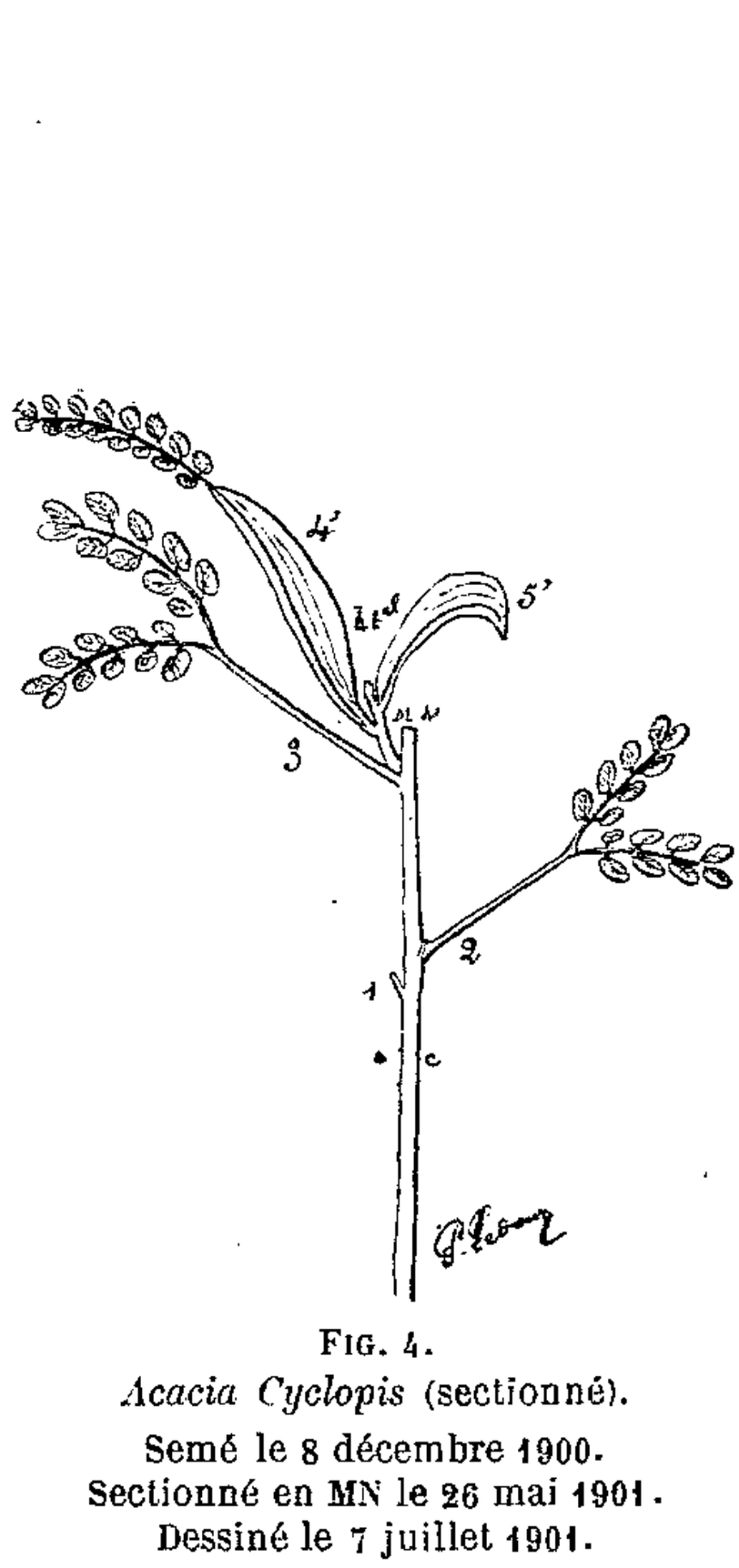


Fig. 4.
Acacia Cyclopis (sectionné).
Semé le 8 décembre 1900.
Sectionné en MN le 26 mai 1901.
Dessiné le 7 juillet 1901.
Les feuilles 4′ et 5′ sont phyllodinisées.

nées des organes plus avancés dans leur évolution analogues à ceux qui — au même moment — sont nés sur le végétal non sectionné.

J'ai obtenu des résultats analogues chez diverses autres espèces : *A. cyclo-*

pis, *A. longifolia*, etc. (*fig.* 3, 4, 5). Les feuilles nées après le sectionnement sont de suite phyllodinisées.

J'ai effectué des sectionnements du même genre sur diverses espèces d'Acacias âgés de deux ans (*A. cultriformis*, *A. verticillata*, *A. salicina*).

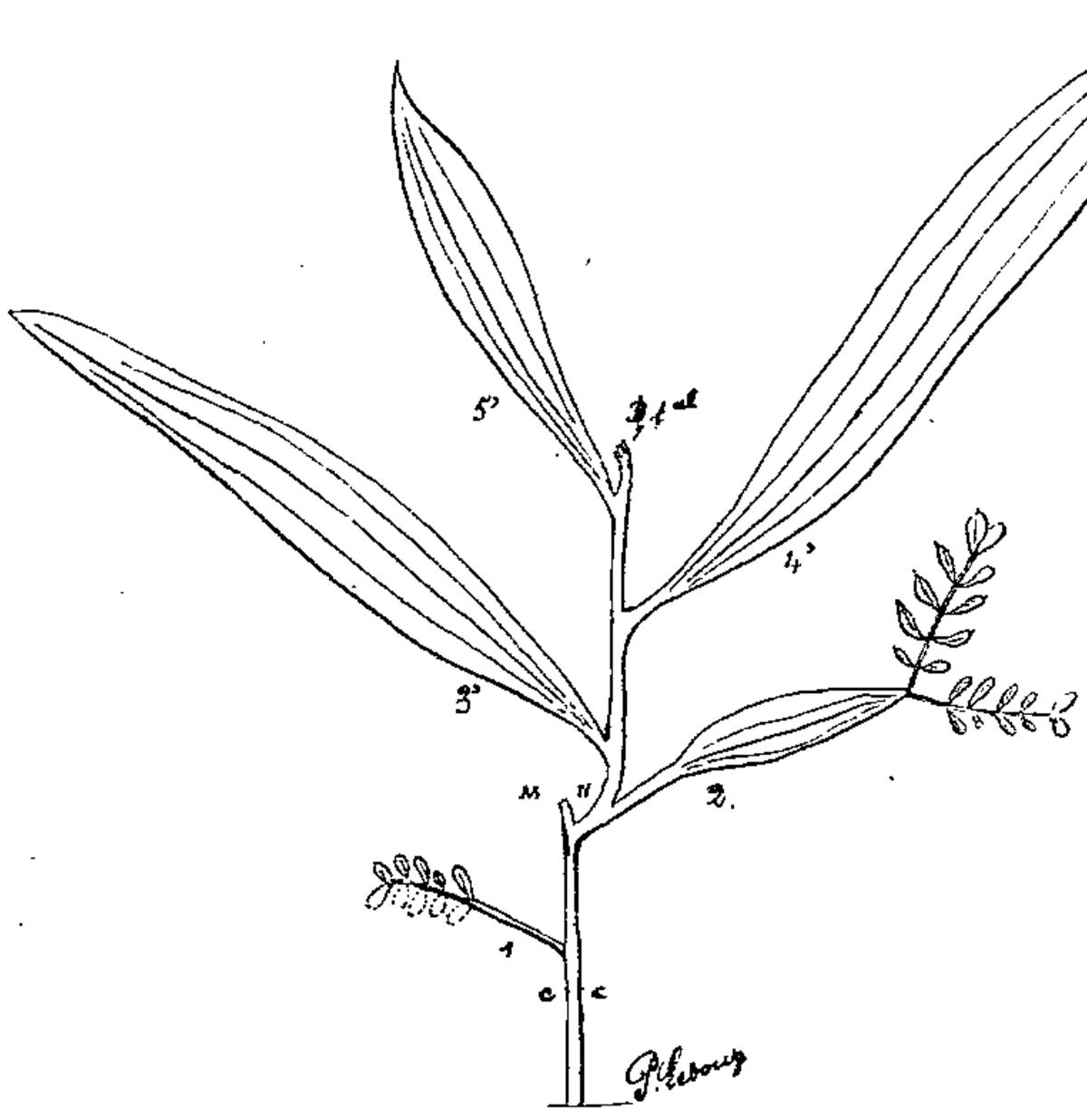


FIG. 5.

Acacia Longifolia.

Semé le 15 décembre 1899. Échantillon sectionné en MN le 28 février 1901.
Dessiné le 26 mai 1901.
Les feuilles 3′, 4′, 5′, sont phyllodinisées.

Les semis furent faits le 15 décembre 1899. Je pratiquai les sections à deux niveaux différents. La tige des uns fut coupée le 10 avril 1901 sur la pousse de 1900. Celle des autres fut sectionnée à la même date sur la pousse de 1901.

(A). — ÉTUDE DES TYPES DE 2 ANS COUPÉS SUR LA POUSSE DE 1re ANNÉE.

1re OBSERVATION. — Je décrirai ici les expériences relatives à l'*A. salicina*. La tige fut sectionnée à 10 centimètres du sol. A ce niveau toutes les feuilles étaient tombées. L'aspect du végétal ainsi mutilé était celui d'une courte tige, absolument nue, fichée dans le sol (fig. 6).

Les témoins au contraire portaient uniquement, à cette date du 10 avril, des pétioles élargis, non foliolés, de 8 à 10 centimètres de longueur, d'une forme analogue à celle de la feuille de saule. C'est d'ailleurs la forme adulte des organes foliaires de cette espèce.

2e OBSERVATION. — Le 5 mai, je constatai, au-dessous de la section, la naissance de dix bourgeons axillaires dont chacun était né sur l'une des traces foliaires la plus voisine de la section. Mais la petitesse des bourgeons nouveau-

nés était telle que je ne pus me prononcer encore sur leur nature. D'autre part, les témoins ne portaient toujours que des pétioles en forme de feuilles de saule.

3e Observation. — Le 26 du même mois, nouvelle observation. Je constatai que, sur la tige sectionnée *(fig. 7)* :

1° Les rameaux axillaires les plus vigoureux étaient situés immédiatement au-dessous de la section. Leur développement était d'autant plus faible qu'ils étaient plus rapprochés de la base.

2° Tous ces rameaux axillaires ne portaient que des pétioles élargis en forme de feuille de saule, non foliolés. Ces derniers étaient munis à leur extrémité terminale d'un petit bourrelet vert foncé représentant à mon avis, le rudiment des folioles non développées. Chez quelques-uns, un dixième environ, épars çà et là, sur les rameaux, sans ordre apparent, des folioles, en petit nombre,



Fig. 6.
Acacia Salicina.
Semé le 15 décembre 1899.
Sectionné le 10 avril 1901.
Dessiné le 10 avril 1901.

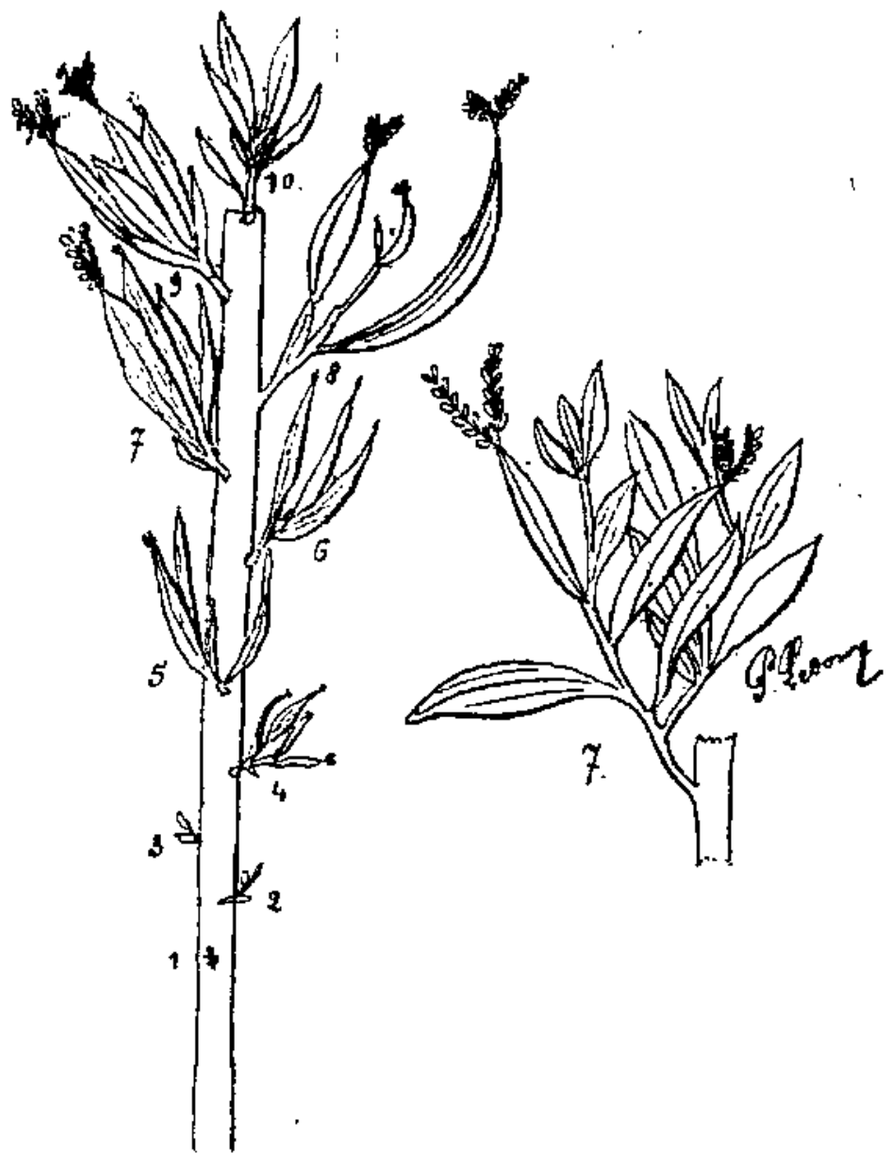


Fig. 7.
Acacia Salicina.
Semé le 15 décembre 1899.
Sectionné le 10 avril 1901.
Dessiné le 26 mai 1901.
Les feuilles nées après le sectionnement sont toutes phyllodinisées.

s'étaient développées aux extrémités des pétioles en constituant une feuille bipennée. Mais, en tous cas, les feuilles ainsi régénérées sur le type de 2 ans n'étaient semblables ni à la première feuille unipennée à pétiole en gouttière, ni même aux feuilles bipennées de la base également à pétiole normal. Les dimensions de leur pétiole aplati étaient même de beaucoup supérieures à celles des mêmes organes existant l'année précédente à ce même niveau sur la même pousse de 1900.

On peut donc dire que ces *feuilles nouvelles nées étaient plus avancées dans leur évolution que celles qu'elles remplaçaient à ce niveau.*

4e Observation. — Le 16 juin, 3 des bourgeons axillaires nés à la base du type sectionné choisi comme exemple, étaient totalement flétris. Ceux du sommet, au contraire, s'étaient largement accrus. Mais les rares folioles que

certains pétioles isolés portaient au sommet étaient arrêtées dans leur développement.

5e Observation. — Le 7 juillet, la moitié environ des rares pétioles élargis portant des folioles développées avaient perdu ces folioles. J'en tirai cette conclusion qu'à ce moment de son développement, *dans le temps*, l'*A. salicina*

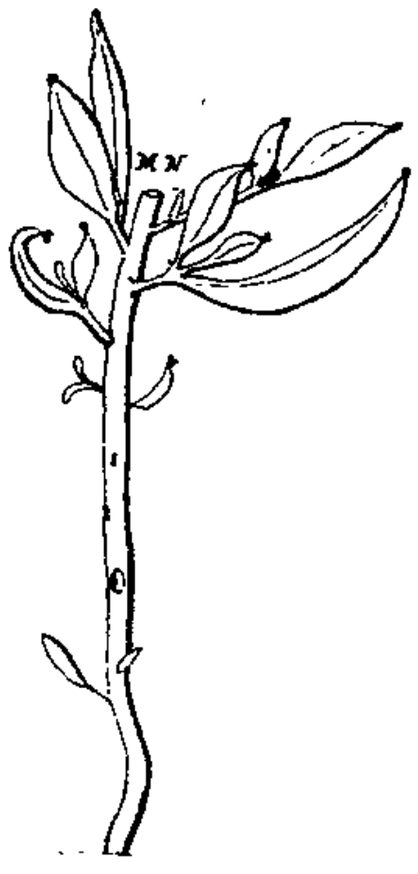


Fig. 8.
Acacia Verticillata.
Semé le 15 décembre 1899. Sectionné le 10 avril 1901.
Dessiné le 26 mai 1901.
Les feuilles nées après le sectionnement sont phyllodinisées.

ne peut plus, soit normalement, soit par suite de sectionnements, donner naissance qu'à des feuilles phyllodinisées. Des résultats analogues furent constatés sur l'*Acacia verticillata (fig. 8).*

B. — Étude des types de 2 ans coupés sur la pousse de deuxième année.

Une troisième série d'expériences fut faite sur des types de 2 ans que je sectionnai le 14 mars 1901 au voisinage du sommet sur la pousse de la deuxième année.

Chez l'*A. cultriformis* la section eut pour résultat de provoquer à l'extrémité des rameaux inférieurs de la tige une recrudescence de sève qui se traduisit par la naissance de nouveaux coutres très nombreux non foliolés et de tout point analogues au moins, au point de vue de la morphologie externe, aux coutres plus âgés. Le 7 juillet je n'avais constaté encore aucune modification importante.

Chez l'*A. salicina*, la section ne produisit aucun résultat appréciable et le 7 juillet je ne constatai la naissance d'aucun rameau axillaire. Les types étudiés dans ces conditions étant pourvus de nombreux phyllodes, j'en conclus que l'opération n'était pas suffisamment énergique. Peut-être aurais-je dû enlever toutes les feuilles situées au-dessous de la section? Mais étant donnée la difficulté qu'on éprouve à cultiver ces plantes tropi-

cales, dans nos climats, même dans des serres très bien soignées, j'ai hésité à le faire.

Quoi qu'il en soit, mes deux premières séries d'expériences m'autorisent à poser les conclusions suivantes concernant les Acacias tropicaux :

Quand un végétal porte des organes foliaires différents, qui, au moins dans le jeune âge, coexistent sur un même pied, les feuilles régénérées après des sectionnements du support sont toujours celles qui, dans la série des transformations, sont le plus avancées dans leur évolution.

Les premières feuilles ne sont jamais régénérées.

M. le Dr H. JODIN

Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris.

SUR LA STRUCTURE ET LE DÉVELOPPEMENT DE L'OVAIRE CHEZ LES NOLANÉES. [581-16]

— Séance du 10 septembre —

Chez les Nolanées, la fleur possède un pistil nettement formé de cinq carpelles. Chaque carpelle, très distinct chez la jeune fleur, subit rapidement une série de modifications qui en changent l'aspect extérieur, et qui influent notablement sur les rapports de l'ovaire et du style. Ce sont ces modifications, dont nous avons étudié la nature par l'examen de coupes en série faites transversalement dans des pistils de différents âges de *Nolana prostrata*.

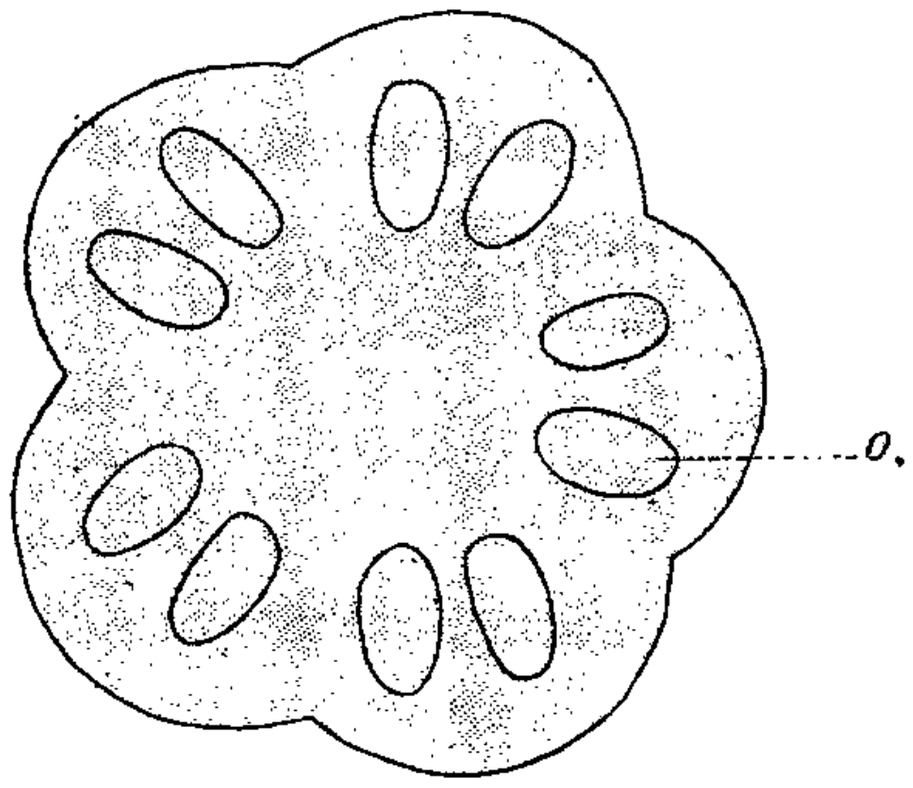


FIG. 1.
Coupe transversale de jeune pistil dans sa moitié inférieure. — *o*, ovule.

Dans la fleur très jeune, les cinq carpelles sont concrescents depuis la base jusqu'à la partie moyenne de chacun d'eux. Cette concrescence intéresse non seulement leur paroi centrale, mais aussi leurs parois latérales *(fig. 1)*.

Vers la région moyenne, ils ne sont plus concrescents que par leurs parois latérales, circonscrivant de la sorte une cavité centrale de forme

régulière *(fig. 2)*. Cette dernière affecte la forme d'un prisme pentagonal et se trouve située exactement dans l'axe de la fleur.

Vers la partie supérieure de l'ovaire, on voit la cavité se rétrécir, et finalement disparaître au niveau de l'insertion du style. Une coupe longitudinale du même pistil permet de se rendre compte d'une façon encore plus précise de la longueur et de l'étendue de la même cavité *(c. fig. 3)*.

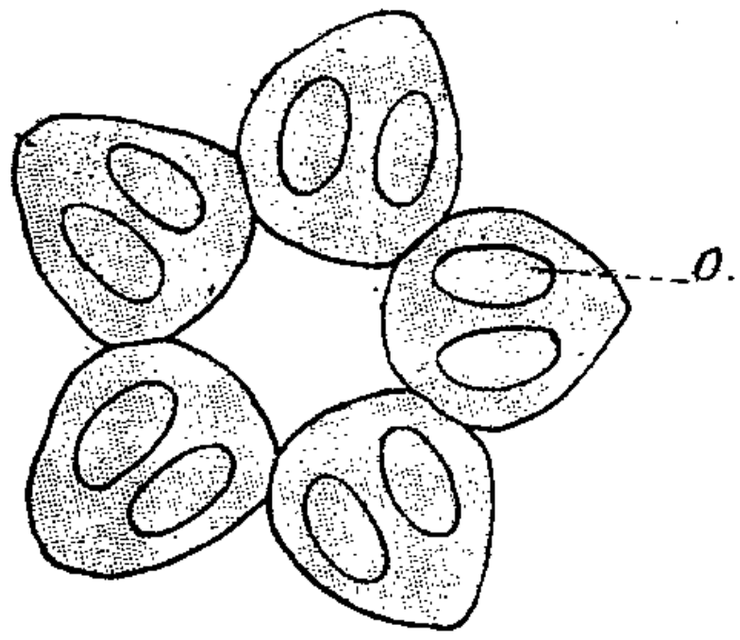


FIG. 2.
Coupe transversale de jeune pistil dans sa moitié supérieure. — *o*, ovule.

Dans chaque carpelle, on trouve quatre ovules anatropes. Ces derniers sont disposés suivant deux étages successifs, et sont au nombre de deux par étage. La superposition exacte et régulière des ovules de deux étages successifs est particulièrement nette sur une coupe longitudinale (*fig. 3*).

La même coupe nous permet de remarquer, en outre, combien, dans le pistil à l'état jeune, le style est développé par rapport à l'ovaire.

En résumé, l'ovaire est, à ce stade de développement, formé de cinq carpelles qui déterminent entre eux une cavité close, qui comprennent chacun quatre ovules, et dont l'ensemble est surmonté par un style franchement terminal. Ce dernier est parcouru par un certain nombre de sillons longitudinaux situés dans le prolongement des sillons intercarpellaires.

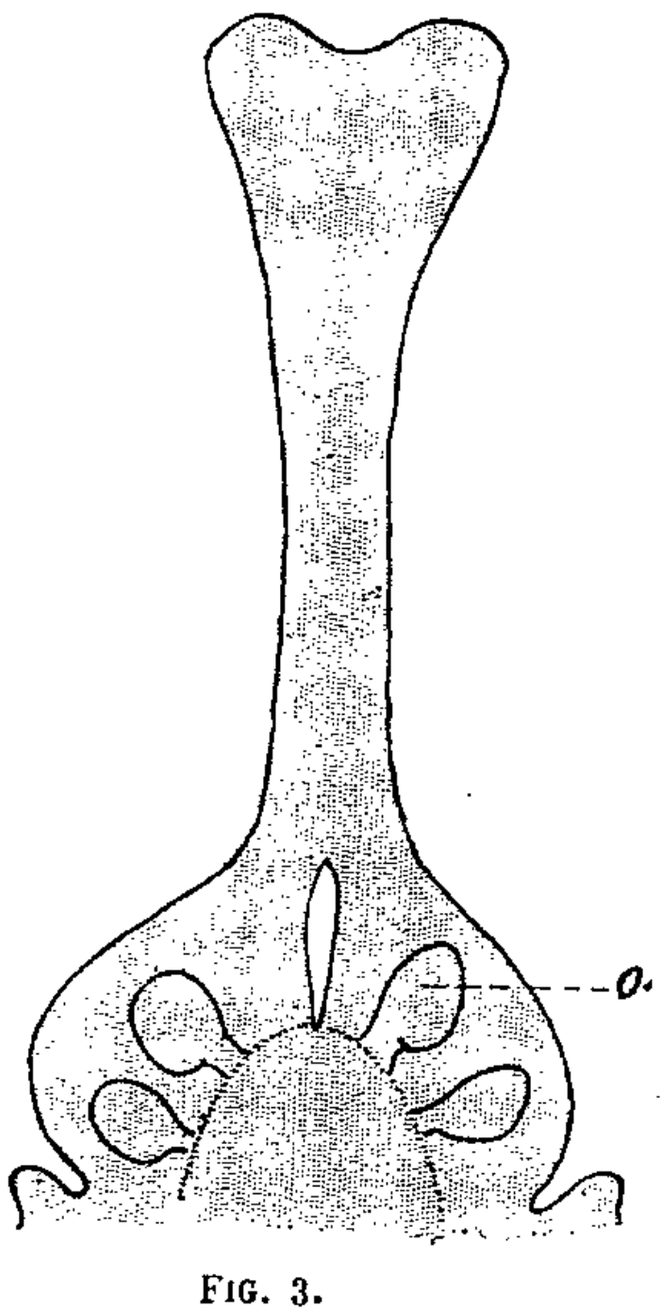


FIG. 3.
Coupe longitudinale de jeune pistil. (Le style est terminal). — *o*, ovule.

Sur des coupes d'ovaires à un degré de développement plus avancé, nous remarquerons que les ovules ont grossi d'une façon considérable *(fig. 4)*. Pour permettre cette augmentation de volume, la paroi du carpelle où ils sont enfermés croît également dans les mêmes proportions. Mais, la croissance de cette paroi ne se fait pas d'une façon uniforme : les régions qui se trouvent en dehors de chaque ovule se développent particulièrement, celles qui correspondent aux espaces interovulaires restent à peu près dans leur état primitif.

Il en résulte que la paroi carpellaire régulièrement convexe au début présente au bout d'un certain temps quatre mamelons, ou plutôt quatre sacs qui renferment chacun un ovule, et qui correspondent aux régions où

la croissance a eu son maximum d'activité; les régions où la paroi a eu son minimum de croissance sont représentées par autant de sillons, les uns verticaux, les autres horizontaux.

Au moment où la fleur va s'ouvrir, les sillons qui divisent en quatre chaque carpelle sont à peu près aussi profonds que ceux qui, primitivement, séparaient entre eux les carpelles. On trouve alors à ce moment, sur le réceptacle de la fleur, un certain nombre de petits corps arrondis renfer-

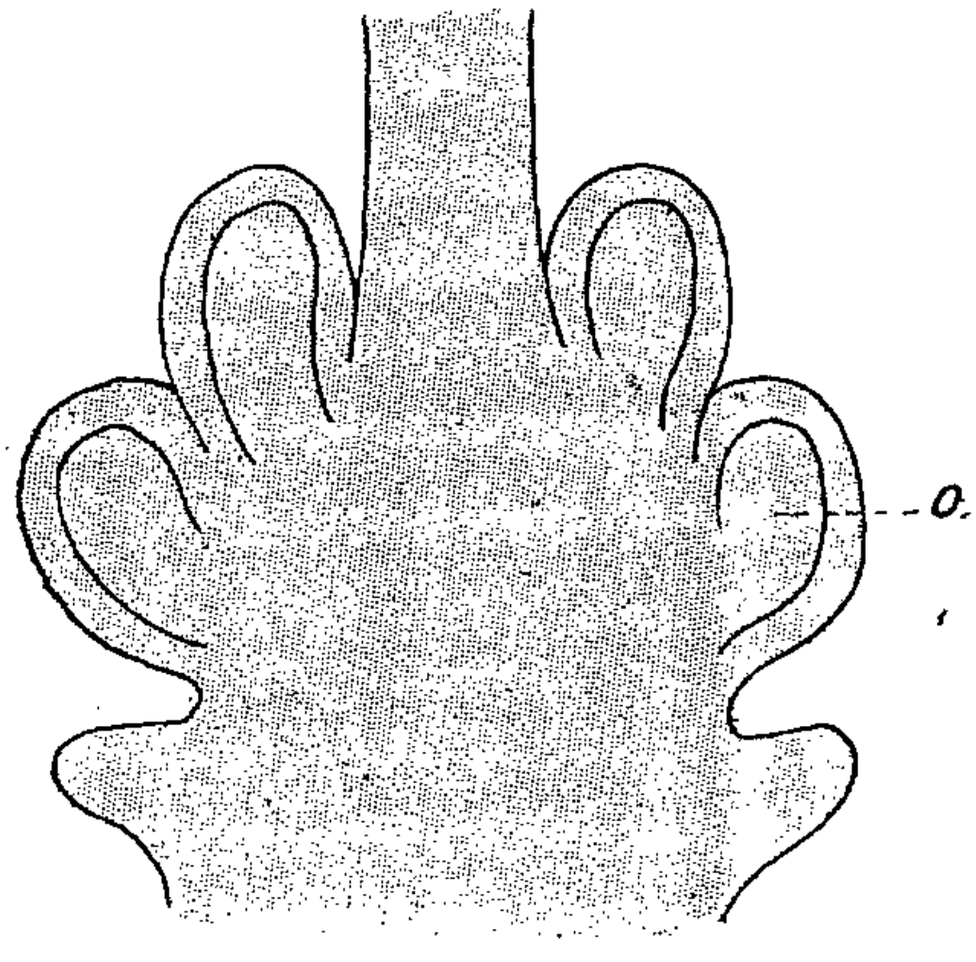


FIG. 4.
Coupe longitudinale d'ovaire adulte,
(Le style est gynobasique). — *o*, ovule.

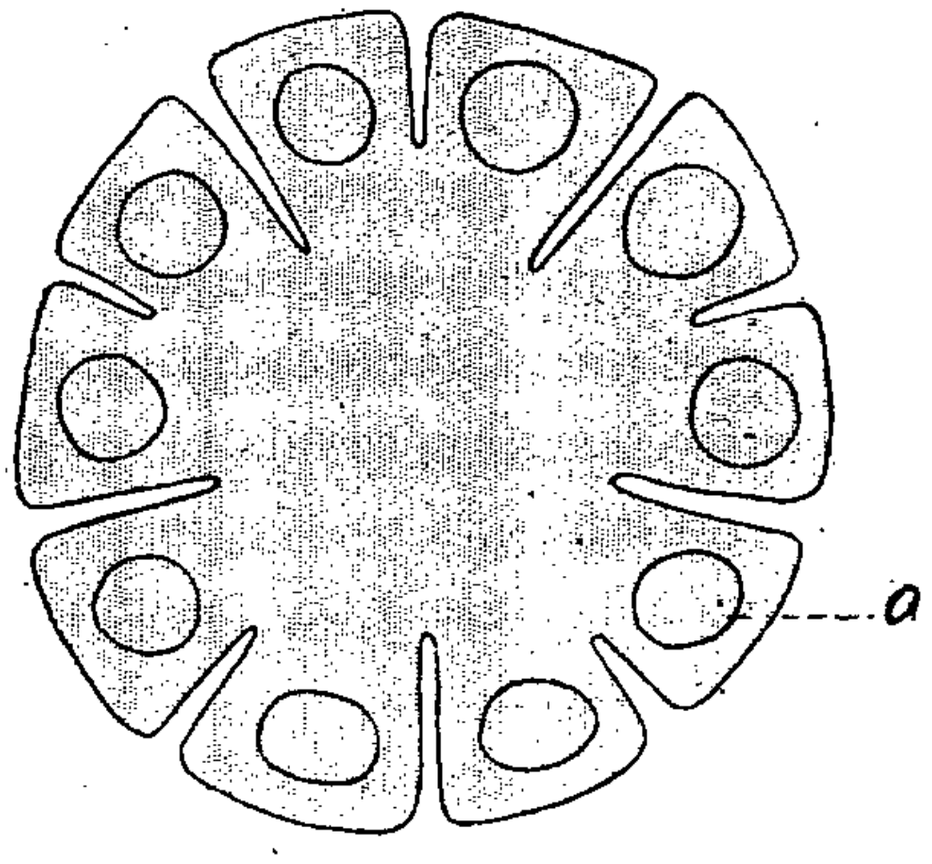


FIG. 5.
Coupe transversale d'ovaire adulte.
o, ovule.

mant chacun un ovule, et dont l'origine ne peut être déterminée que par l'étude du développement *(fig. 4, fig. 5)*.

Signalons un dernier détail : outre les sillons que nous avons vu apparaître dans chaque carpelle pour le diviser en quatre, un autre sillon se forme de la même manière au sommet de chacun d'eux. En effet, les ovules de l'étage supérieur ont, par leur propre croissance, déterminé pour ainsi dire un fossé entre eux et le style. Ils entourent, à présent, le style de toutes parts, tandis que, primitivement, ils étaient situés au-dessous de lui. Il en résulte que le style, primitivement *terminal*, est devenu *gynobasique (fig. 4)*.

MM. DELACOUR et GERBER

BRANCHES ANORMALES DE *CUPULARIA VISCOSA* GODR. GREN. DES ENVIRONS D'AJACCIO

[583.976 : 581.22]

— Séance du 10 septembre —

Par trente degrés centigrades, entendre successivement cinq discours, très intéressants à vrai dire, sans pouvoir reprendre haleine et rafraîchir ses esprits entre chacun d'eux, c'est beaucoup pour de pauvres humains ; aussi, un certain nombre de membres de la section de botanique, ont-ils jugé nécessaire, au sortir de la séance solennelle d'ouverture du Congrès, avant-hier au soir, d'aller dissiper leur mal de tête, en respirant les pénétrants parfums du maquis des environs d'Ajaccio.



Au cours de cette promenade, nous avons eu la bonne fortune de trouver à faire une observation sur une plante des environs d'Ajaccio et nous avons pensé qu'il y aurait un certain intérêt à communiquer cette observation à Ajaccio même, dans une des séances de notre section.

Il s'agit du *Cupularia Viscosa* Godr. Gren.

Vous connaissez tous cette belle composée frutescente, atteignant au maximum un mètre de hauteur et dont les capitules sont ramassés en grappe pyramidale assez dense, se perdant un peu dans les feuilles nombreuses et très rapprochées les unes des autres, que portent les branches. Si nous ajoutons que les pédoncules des capitules sont épais, que ces derniers sont gros et peu distants de la tige, nous aurons signalé les principales raisons de la forme compacte que

présente cette plante et qui contribue, avec la forte odeur qu'elle dégage, à la faire reconnaître de loin.

Aux environs de la Chapelle des Grecs, à gauche de la route de la Parata, au milieu de pieds présentant ce faciès ramassé notre regard fut attiré par des exemplaires beaucoup plus grands et dont les longues branches graciles contrastaient avec les rameaux courts et touffus des pieds environnants. Il suffit de comparer les trois figures de droite à la figure de gauche de la photographie, pour voir combien frappantes sont les différences entre les branches anormales et les autres.

Ces différences portent :

1° *Sur la longueur des branches :* les anormales sont au moins deux fois plus longues que les normales ;

2° *Sur la longueur des entrenœuds.* — On ne rencontre pas, en effet, un plus grand nombre de feuilles sur les branches anormales que sur les normales et par suite les entrenœuds sont au moins deux fois plus longs sur les premières que sur les secondes.

3° *Sur les dimensions des pédoncules.* — Ces pédoncules sont beaucoup plus longs et plus grêles sur les branches anormales que sur les branches normales.

4° *Sur les dimensions des capitules.* — Les capitules des branches anormales sont beaucoup plus petits que les capitules des branches normales. A ce sujet, faisons remarquer que les capitules sont d'autant plus petits qu'ils sont plus longuement pédicellés.

Parfois, dans des types où l'anomalie atteint un degré plus avancé, on rencontre des branches encore plus élevées, à entrenœuds encore plus longs ; mais ces branches ne portent plus de capitules, elles sont stériles, ainsi que la figure du milieu de la photographie le montre.

Si, le plus souvent, on rencontre sur le même pied des branches normales et des branches anormales (Chapelle des Grecs), il arrive parfois que toutes les tiges d'un même pied sont anormales. Tels sont certains exemplaires que l'un d'entre nous a rencontrés au voisinage de la fontaine du Salario. On comprendra facilement la réelle difficulté que l'on éprouve alors de se convaincre que l'on a sous les yeux un *Cupularia Viscosa* Godr. Gren.

M. le Dr H. ARNAUD

à Montpellier.

NÉCESSITÉ D'ADMETTRE UNE FAMILLE DES ERYNGIÉES OU ASTRANTIÉES DISTINCTE DES OMBELLIFÈRES [583.48

— Séance du 10 septembre —

Les botanistes ont tendance, plus ou moins accusée, à séparer des autres *Ombellifères* un certain nombre de genres, *Astrantia*, *Sanicula*, *Eryngium*, *Hydrocotyle*, etc. Mais on les maintient pourtant dans la famille.

Grâce à cette tolérance, les *Ombellifères* ne nous apparaissent pas ce qu'elles devraient être, c'est-à-dire parmi les familles naturelles une de celles qui présentent le plus d'homogénéité entre les genres si nombreux qui la composent.

Il y a parmi les *Ombellifères françaises* actuellement admises, 68 genres environ, dont 63 sont tellement analogues entre eux qu'il est extrêmement facile à première vue de les désigner comme membres d'une même famille, tandis que leur distinction les uns des autres est souvent d'une grande difficulté.

Restent 5 genres, très faciles à distinguer des *Ombellifères* en général, les *Baplevrum*, *Hydrocotyle*, *Astrantia*, *Sanicula*, *Eryngium*.

Je laisse de côté pour aujourd'hui le genre *Baplevrum*, ombellifère incontestable, mais ayant des caractères à part. Je me propose de lui consacrer plus tard une étude spéciale.

Je ne m'occuperai que des quatre autres genres, et particulièrement des *Eryngium*, *Astrantia* et *Sanicula*, auxquels je n'hésite pas à donner le nom de *fausses ombellifères* et que je crois par suite devoir classer dans une famille à part, celle des *Astrantiées* ou *Eryngiées*, n'ayant avec celle des *Ombellifères* aucune similitude profonde. S'il en était autrement, si malgré des dissemblances réelles il y avait affinité profonde entre les *Astrantiées* et les *Ombellifères*, je ne les séparerais pas et je demanderais seulement la subdivision des *Ombellifères* en deux sous-familles. Mais cette réforme ne suffirait pas, car tout rapproche les *Astrantiées* des *Composées* et des *Dipsacées*, c'est-à-dire d'un groupe de familles tout à fait différent de celui auquel appartiennent les *Ombellifères*.

Par l'aspect extérieur, il est certain que les *Astrantiées*, et spécialement les *Eryngium* rappellent les *Composées* plutôt que les *Ombellifères*. Il n'y a pas un enfant qui ne prenne les *Panicauts* (Eryngium) pour des *Chardons*. En donnant à certaines plantes, soit des *Composées* (*Carduacées*, etc.), soit des *Dipsacées* (Dipsacus), soit des *Eryngiées* (Eryngium) une telle conformité d'aspect, il semble que la nature à voulu nous inviter à rechercher des affinités profondes entre ces différentes familles.

Une particularité très importante à observer dans les *Ombellifères*, c'est l'*Ombelle*, qui a donné son nom à la famille. Le plus souvent, dans les *Ombellifères vraies*, l'Ombelle est *composée*. Je ne connais parmi les *Ombellifères vraies françaises* qu'une exception à cette règle, c'est le G. *Scandix*. Mais ici les autres caractères des Ombellifères sont tellement marqués, qu'il n'y a pas de doute possible. On peut affirmer que les *Scandix* sont des *Ombellifères* ayant par exception une *Ombelle simple*, c'est-à-dire une *ombelle composée non entièrement développée*, restée simple par insuffisance de développement.

Il n'en est pas de même des *Eryngiées*. Celles-ci n'ont jamais leur *inflorescence* en *Ombelle*, mais en *capitule*, ou en *grappe avortée* ayant avec ce dernier la plus grande ressemblance. Le *Capitule* est en effet une sorte de *grappe*. L'*Ombelle* est au contraire une *cyme*. Le type en est représenté à l'état complet par le G. *Daucus*, dont la fleur terminale isolée de l'axe, caractéristique de la *cyme*, est presque toujours visible. Dans les autres genres, cette fleur avorte, mais la conformité du reste de l'inflorescence avec les parties correspondantes du G. *Daucus* est trop grande pour qu'on puisse nier la similitude totale des inflorescences.

Dans les *Eryngiées* on n'observe rien d'analogue. Dans les *Eryngium*, les fleurs sont toutes sessiles, et l'inflorescence est un incontestable *capitule* ; dans les *Astrantia*, toutes les fleurs sont pédicellées ; c'est en cela seulement que l'inflorescence diffère du *Capitule* : on peut lui donner le nom de *grappe à axe très court* ou de *capitule à fleurs pédicellées;* enfin dans la *Sanicula* (Europæa) les fleurs mâles sont seules sessiles.

Un autre caractère très important à considérer dans les *Ombellifères*, c'est la conformation des *feuilles*. Celle-ci est en effet d'une remarquable constance. Les 63 genres des *Ombellifères françaises vraies*, incontestables, ont tous des feuilles décomposées ou composées, ou plus ou moins profondément découpées, se rattachant au type *penniforme* ou *ternatiforme*, jamais *palmatiforme* (1).

(1) Une seule espèce du G. Heracleum, le H. pyrenaïcum, est donnée par Grenier et Godron comme *palmatifide*. Mais il y a là erreur évidente d'appréciation. En réalité la feuille est ici *trifide ;* mais les nervures principales se ramifient près de la base, et ainsi les deux ramifications les plus extérieures ont pu être prises pour des nervures principales ; la feuille a paru *palmatifide*. Il faut considérer, je crois, la feuille trifide de l'H. pyrenaïcum comme un degré incomplet de développement de la feuille ternatiforme, n'ayant rien de commun avec la forme palmée ou palmatifide des *Astrantia* et *Sanicula*.

Dans un 64e genre, le *Baplevrum*, les feuilles sont toutes *entières*. Au contraire, dans les *Astrantia* et *Sanicula* elles sont *palmées* ou du moins *palmatifides*, et elles sont variables dans les *Eryngium* et même dans les *Hydrocotyle*. — Il y a donc, sous le rapport des feuilles, dissemblance incontestable entre les *Ombellifères* et les *Eryngiées*.

Remarquons de plus que l'involucre des *Astrantia*, *Sanicula*, *Eryngium* ressemble davantage à celui des *Composées* et *Dipsacées* qu'à celui des *Ombellifères*. Enfin il y a sur le réceptacle du *Capitule* des *Eryngium* de véritables *paillettes*, comme dans certaines *Composées* et *Dipsacées*. Ici les *paillettes* sont épaisses, dures, épineuses. Il n'y a jamais de *paillettes* dans les *Ombellifères incontestables*.

Maintenant, sans nous attarder à des particularités plus ou moins accessoires, venons-en aux caractères moins apparents, plus profonds, considérés comme plus scientifiques.

Signalons d'abord les *courbures dorsales* des feuilles et des diverses parties de la plante, qui diffèrent essentiellement dans les *Ombellifères* et les *Astrantiées* (☿, pour les *Ombellifères*, ☽ pour les *Astrantiées* comme pour les *Composées*).

Passons maintenant en revue la conformation des diverses *parties florales :*

Le *calice* est à peine visible ou nul dans les *Ombellifères* en général, très rarement accrescent et même alors de petite dimension. Il est au contraire très saillant, plus long ou aussi long que la *corolle* dans les *Eryngium*, *Astrantia*, *Sanicula*. Il y est persistant et ressemble à s'y méprendre au calice de certaines *Composées* et surtout *Dipsacées*.

Dans les *Eryngiées* les *pétales* n'ont pas tendance à s'écarter les uns des autres, comme il le font ordinairement dans les *Ombellifères* ; ils ne le pourraient pas d'ailleurs, car la *corolle* est entourée et serrée de près par le *calice*. Tout cela contribue à donner à la fleur une physionomie toute spéciale, essentiellement différente de celle des *Ombellifères* (1).

Je n'insiste pas sur les *étamines*, qui diffèrent pourtant dans les deux cas par leur courbure dorsale, de sorte qu'elles tendent à se rapprocher par les *anthères* dans les *Astrantiées*. tandis qu'elles tendent à s'écarter dans les *Ombellifères*.

Les *styles* sont en général plus longs, moins épais dans les *Astrantiées* et ils se recourbent parfois en véritable trompe (☿, Astrantia). Ils n'ont pas cette rigidité de courbure à concavité inféro-externe et à sommet dirigé en dehors (♂) qui est si constante dans les *Ombellifères vraies*.

J'en viens enfin à l'examen de l'*ovaire* et du *fruit*, dont personne ne conteste l'importance.

(1) Ces particularités n'ont évidemment de valeur absolue que pour les *Astrantia*, *Sanicula*, *Eryngium*. On pourrait trouver des plantes de même famille ne les présentant pas.

C'est par là évidemment qu'on a surtout rapproché les *Astrantiées* des *Ombellifères* ; l'analogie sérieuse ne peut être trouvée que là. Mais c'est une analogie plus apparente que réelle.

Il y a dans les deux cas ovaire surmonté de deux styles, c'est-à-dire à deux *carpelles*, contenant chacun *une graine* ; de plus la graine est munie d'un *Albumen*. A cela se réduit essentiellement le total des ressemblances importantes. A mon avis cela ne suffit pas : on n'a pas le droit de tout sacrifier à ces deux caractères.

Pourquoi n'y aurait-il pas des plantes du type *Composé* ayant *deux carpelles uniovulés, à graine* munie d'un albumen?

Il est évident que s'il n'y a qu'un carpelle dans les *Composées*, c'est par asymétrie, c'est-à-dire par une sorte d'écart du type normal (qui doit être considéré comme symétrique). La constatation de cette asymétrie (par conception primitive ou arrêt de développement, peu importe) n'implique donc pas l'impossibilité de la symétrie dans le même type. — Et on sait d'autre part que dans des plantes de même type, et parfois de même famille, la *graine* se montre avec ou sans *endosperme*.

Les *Rubiacées*, très voisines des *Composées* et que je considère comme appartenant au même *type général*, ont *deux ovaires uniovulés*, et elles ont des *graines* à *albumen corné ;* et les *Dipsacées*, dont l'affinité avec les *Composées* n'est pas niable, n'ont-elles pas des *graines* à *albumen charnu ?*

A part ces deux points de ressemblance, et quelques autres plus accessoires encore, tout diffère dans les *Ombellifères* et les *Eryngiées*, et rapproche au contraire ces dernières des *Composées* et *Dipsacées*.

On a pu voir (à tort) dans les saillies du fruit de l'*Astrantia* des analogies avec les *côtes primaires* des *Ombellifères ;* mais ces *côtes* font absolument défaut dans les *Sanicula* et *Eryngium*, dont le fruit a tout à fait l'aspect de celui des *Composées*. Dans les *Eryngiées* en général le *fruit* a la fragilité, la minceur des parois que présentent les *Composées* ; il n'adhère pas intimement aux *graines*, comme dans les *Ombellifères*. — Quant aux *côtes secondaires* et aux *bandelettes*, si fréquentes dans les *Ombellifères vraies*, elles font complètement défaut dans les *Eryngiées*, même dans l'*Astrantia*. — Je ferai remarquer aussi que les deux *carpelles* des *Eryngiées* ne se séparent jamais spontanément à maturité, de chaque côté d'une *Columelle centrale* forte et résistante, contrairement à ce qu'on observe dans les *Ombellifères typiques*.

Enfin la conformation des *graines* est toute différente dans les *Eryngiées* de celle que présentent les *Ombellifères*.

En effet, dans les *Ombellifères* les *cotylédons* sont *herbacés* et *extérieurs* par rapport à l'*albumen ;* et ils sont ordinairement adhérents aux parois de l'*ovaire*, inégalement développés ; tandis que dans les *Eryngiées* ils sont *charnus*, *intérieurs* par rapport à un albumen mince, membraneux, de

couleur verte, analogue d'ailleurs à celui des *Dipsacées*. L'*embryon* des *Eryngiées* est au contraire semblable à celui des *Composées*.

Il résulte de ce rapide exposé que les 3 genres *Eryngium*, *Astrantia*, *Sanicula*, doivent être définitivement séparés des *Ombellifères vraies*, et leurs analogies entre eux me permettent de les considérer comme formant le noyau d'une nouvelle famille, celle des *Eryngiées* ou *Astrantiées*, à laquelle pourront être adjoints un certain nombre d'autres genres.

Je crois que parmi eux il faudra compter l'*Hydrocotyle*, et dans la flore exotique le g. *Lagœcia*, parmi les genres que j'ai pu suffisamment étudier pour me prononcer à leur égard.

Mais je me réserve d'en faire plus tard la démonstration.

Si maintenant nous nous élevons à des considérations générales, nous dirons qu'à nos yeux, ce qui doit servir de base, dans une classification naturelle, c'est *l'ensemble des caractères majeurs*, de ceux qui révèlent la nature même des plantes, tels que : l'*aspect extérieur*, l'*inflorescence*, la *constitution des tiges et des feuilles*, celle de la *fleur*, *du fruit et de la graine*, auxquels nous ajouterons la *disposition des courbures* et l'*habitat géographique de prédilection*.

Les mêmes *caractères majeurs* se retrouvent dans toutes les *Ombellifères vraies* et diffèrent de ceux qu'on rencontre dans les *Eryngiées*. Par hasard un *caractère majeur* peut manquer ou être plus ou moins obscur ; mais les autres se retrouvent et ne permettent pas le doute. — D'autre part, il peut y avoir rapprochement de caractères accessoires plus ou moins nombreux, dans des plantes de nature différente, que l'on est ainsi tenté de réunir indûment. Nous retrouvons dans les *Eryngiées* et les *Ombellifères* même nombre de *sépales*, de *pétales*, d'*étamines*, *de carpelles*, de *graines* ; même mode d'insertion des *graines*, même situation de l'*ovaire* (infère) par rapport aux étamines ; dans les deux cas les *graines* sont *albuminées* ; et pourtant les plantes appartiennent non seulement à des familles, mais encore à de grands groupes de familles tout différents : c'est que les caractères que nous venons d'indiquer sont d'ordre *relativement accessoire* ; ils doivent céder le pas aux vrais *caractères majeurs*, leur être *subordonnés*.

M. P. HARIOT

Préparateur au Muséum, à Paris.

ÉNUMÉRATION DES CHAMPIGNONS RÉCOLTÉS EN CORSE JUSQU'A L'ANNÉE 1901 [589.2:45.9]

— Séance du 10 septembre —

Les Champignons de la Corse n'ont été, jusqu'ici, l'objet d'aucun travail d'ensemble. Les récoltes effectuées ont d'ailleurs été fort rares, et ce n'est que de loin en loin, à partir de l'année 1820, qu'on peut en signaler quelques-unes.

Soleirol paraît être le premier qui se soit occupé de recueillir les champignons de la Corse. Il existe quelques échantillons dans l'herbier Montagne, qui proviennent de lui, datés de 1820 à 1823.

Le *Botanicum gallicum*, publié en 1830, ne renferme que trois champignons d'origine corse; tous trois dus aux recherches de Soleirol : *Dothidea Arbuti* Spr., *Graphiola Phœnicis* et *Torula Soleirolii* Duby.

Le Vicomte de Forestier, à deux reprises différentes, et l'abbé Boullu, ont fait quelques recherches mycologiques en Corse, de 1837 à 1843. Nous avons vu dans un herbier parisien quelques espèces découvertes par le premier de ces explorateurs. D'autres existent encore en assez grand nombre, provenant surtout d'Ajaccio, dans l'herbier de l'abbé Boullu, qu'un séjour de six années avait familiarisé avec la flore de Corse. (*Bull. de la Soc. bot. de France*, 1877, p. XCIII.)

Léveillé fit un court séjour en Corse en 1841, et deux espèces nouvelles ont été établies par lui : *Melophia ophiospora* et *Polysaccum Cranium* (Ann. sc. natur., 3e série, IX, 1848).

A peu près à la même époque, Romagnoli (mort après 1863), entreprit une iconographie des champignons de l'île, qu'il ne publia pas, faute de ressources pécuniaires. Ses aquarelles existent au Musée d'Ajaccio. Les collections de Romagnoli étaient déjà très détériorées en 1877, si nous en croyons M. Doumet-Adanson.

On doit encore la découverte de quelques champignons à Requien et à M. Mabille, qui fut professeur au Lycée de Bastia en 1865.

En 1877, pendant la session extraordinaire de la Société Botanique, M. le Dr Gillot s'adonna à des recherches mycologiques, dont l'ensemble a

fait l'objet d'une note, dans le *Bulletin de la Société Botanique de France*, 1878, p. 131.

Il faut aller ensuite jusqu'à l'année 1895 pour trouver une indication nouvelle relative à la mycologie de la Corse. M. Rolland fit des récoltes importantes en mars 1895 ainsi qu'aux mois de septembre et d'octobre 1897. Il ne recueillit pas moins de cent cinquante-neuf espèces dont sept nouvelles : *Boletus corsicus*, *Typhula lividula*, *Lycoperdon Rollandii* Pat., *Arachnoscypha zonulata*, *Stropharia coprinifacies*, *Stictis maritima*, *Pleospora Cistorum*. Ces récoltes ont été publiées dans le *Bulletin de la Société Mycologique de France*, 1896, p. 1, et 1898, p. 74. Dans cette liste dominent de beaucoup les Agaricinées. Les Gastéromycètes paraissent y être abondants et variés. L'année 1897 avait été particulièrement aride. Malgré cela « *il est certain qu'il y a beaucoup à faire en Corse, mais il faudrait y séjourner quelque temps et attendre comme partout, du reste, les occasions favorables* ».

Enfin, pendant les mois de juin et juillet 1900, M. Lutz, chef du laboratoire de botanique à l'École de Pharmacie de Paris, a pu effectuer une excursion botanique dans l'île de Corse. Au cours d'un itinéraire d'environ 1.300 kilomètres, il a pu recueillir cinquante espèces de champignons, dont pas un seul nouveau. Là encore, ce sont les Basidiomycètes qui forment la presque totalité des récoltes. (*Bull. de la Soc. Mycol. de France*, 1900, p. 121.)

Si nous dressons la liste des champignons signalés jusqu'en 1901, nous pouvons nous rendre compte que la mycologie de la Corse est à peine connue, qu'il y a encore beaucoup à trouver, surtout dans les Ascomycètes, les Urédinées, les Péronosporées, etc., qui entrent pour une part infime dans l'énumération que nous avons faite et qui se chiffre par deux cent quarante-cinq espèces.

Il est bon d'ajouter que, telle que nous la connaissons, la flore mycologique de la Corse ne présente pas de caractère spécial bien tranché.

I. — Myxomycètes.

1. **Lycogala Epidendrum** L. — Sine loco (Rolland).

II. — Oomycètes.

2. **Peronospera effusa.** — Sur les feuilles du *Chenopodium album* L., La Punta près Ajaccio (Lutz).

III. — Basidiomycètes.

A. — *Hétérobasidiés.*

3. **Uromyces Fabæ** (P.) D. B. — Sur le *Cicer arietinum* (Soleirol) ; sur le *Vicia bithynica*, Bastia (Gillot).
4. — **appendiculatus** (P.) Link. — Sur les Haricots (Sol.).

5. **Uromyces excavatus** Cooke. — Sur l'*Euphorbia spinosa* (Sol.).
6. — **præminens** (Duby) Lév. — Sur l'*Euphorbia Chamæsyce*, Calvi (Sol., 1822), Corte (Kralik).
7. — **Ornithogali Lév.** — Sur le *Gagea Liottardi*, Monte Rotundo (Gillot).
8. **Puccinia Bupleuri** (Opiz) Rud. — Sur *Bupleurum tenuissimum*, Bastia (Sol.).
9. — **Graminis** Pers. — Ecidium sur *Berberis ætnensis*, Monte Rotundo (Gillot).
10. — **Phragmitis** (Sch.). Körnicke. — Sur *Phragmites*, Bastia (Mabille, 1865).
11. — **Asphodeli** Duby. — Sur *Asphodelus microcarpus* et *corsicus*, Calvi, vallée de la Gravona, Ajaccio (Sol., Gil., Lutz).
12. — **Bunii** (D. C.) Wint. — Ecidium sur le *Bunium corydalinum*, Monte Rotundo (Gillot). — Mériterait d'être étudié de nouveau, car il n'est pas impossible que l'Ecidium qui se développe sur le *B. corydalinum* n'appartienne pas au cycle de développement du *P. Bunii*.
13. — **Smyrnii** Biv. — Sur *Smyrnium Olusatrum*, Erbalunga (Gillot), Corse (Requien).
14. — **Corrigiolæ** Cheval. — Sur *Corrigiola telephiifolia*, Lazaret d'Ajaccio (Lutz).
15. — **Malvacearum** Mont. — Sur *Althæa hirsuta*, Corte (Lutz).
16. — **Verruca** Thüm. — Sur *Centaurea napifolia*, Ajaccio (Léveillé, Lutz). — Le *P. Verruca* ne me semble différer en rien du *P. Cnici-oleracis* = (*P. Asteris* Duby). M. Lutz a indiqué par erreur *P. verrucosa* qui est une tout autre espèce, n'ayant rien de commun avec le *P. Verruca*.
17. **Gymnosporangium clavariæforme** (Jacq.) Rees. — Ecidium sur Aubépine, Calvi (Soleirol).
18. **Melampsora Quercus** (Brond.) Schrut. — Sur les feuilles de *Quercus Ilex*, Calvi (Soleirol).
19. **Melampsorella Cerastii** (Biv.) de Toni. — Sur *Cerastium triviale*, La Focce de Vizzavona (Gillot).
20. **Peridermium Pini** (Wallr.) — Sur les aiguilles du *Pinus Laricio*, vallée de la Restonica, Monte Rotundo (Gillot); mais nous ne savons pas à quelle espèce de *Coleosporium* rapporter le *Peridermium* de Corse, aussi l'avons-nous maintenu tel qu'il a été indiqué.
21. **Coleosporium Sonchi** (Pers.), Lév. — Sur *Inula viscosa*, Ajaccio (Lutz). — Sûrement une espèce spéciale et différente du *C. Sonchi*.
22. **Œcidium Phillyreæ** D. C. — Sur les feuilles du *Phillyrea angustifolia*, Calvi (Soleirol, 1822), Corse. — Sur *P. media* (Requien).
23. **Uredo Polypodii** (Pers.) D. C. — Sur *Cystopteris fragilis*, Cristinacce (Lutz).
24. **Ustilago Cynodontis** (Passer.) Henn. — Sur le *Cynodon Dactylon*, entre Listincone et le col de San Sebastino (Lutz).
25. — **olivacea** (D. C.) Tul. — Sur le *Carea paludosa*, forêt de l'Ospedale (Lutz).
26. — **violacea** (Pers.) Fuck. — Sur la Saponaire, à Corte (Lutz).
27. **Graphiola Phœnicis** (Moug.) Poit. — Sur le Dattier, Corse (Soleirol).

B. — *Homobasidiés.*

28. **Typhula lividula** Rolland. — Sur les tiges de l'*Helleborus lividus*, vallée du Tavignano près Corte (Roll.).
29. **Sparassis crispa** Fr. — Corse (Roll.).
30. **Aleurodiscus disciformis** (Fr.) Pat. — Cristinacce (Lutz). — Le genre *Peniophora* Cooke, auquel on a rapporté l'*A. disciformis*, n'a aucune raison d'être. Les espèces qui le composent doivent être réunies pour la plus grande partie aux *Corticium*.
31. **Corticium læve** Fr. — Calvi (Soleirol).
32. **Stereum bicolor** Pers. — Poggio di Nazza (Lutz).
33. — **hirsutum** (Fr.). — Corse (Rolland).
34. **Polyporus frondosus** (Fr.). — D'après M. Rolland, est consommé en Corse, sous le nom de *Gallina*.
35. **Melanopus varius** (Fr.) Pat. — Forêt de Vizzavona (Lutz).
36. **Leptoporus trabeus** (Rostk.) Pat. — Forêt de l'Ospedale (Lutz).
37. — **imberbis** (Bull.), Pat. — Corse (Rolland).
38. **Coriolus versicolor** (Pers.), Quélet. — Corse; Sartène, forêts d'Aïtone, de Bavella, de Vizzavona, Poggio di Nazza (Lutz).
39. — **unicolor** (Bull.) Pat. — Forêt de Bavella (Lutz).
40. **Phellinus dryadeus** (Fr.) Quélet. — Cristinacce (Lutz).
41. ? **Phellinus** Sp. — M. le Dr Gillot a indiqué un *Polyporus* du groupe des *Fomes*, croissant sur les vieilles souches d'Arbousiers, dans la vallée du Miomo près Bastia. Malheureusement les échantillons ont été perdus et il est impossible de dire s'il faut le rattacher aux *Phellinus*, aux *Ungulina* ou aux *Xanthochrous*.
42. **Xanthochrous perennis** (Fr.) Pat. — Forêt de l'Ospedale (Lutz).
43. — **hispidus** (Fr.) Pat. — Sur les chênes verts (Rolland).
44. — **Pini** (Brot.) Pat. — Forêt de l'Ospedale (Lutz).
45. **Ungulina marginata** (Fr.) Pat. — Corse (Rolland).
46. **Ganoderma lucidum** (Leyss.) Pat. — Corse (Rolland); Sant Gavino di Carbini (Lutz).
47. — **applanatum** (Pers.) Pat. — Forêts d'Aïtone, de Vizzavona; Sartène, Cristinacce, la Punta près Ajaccio, Sant Gavino di Carbini (Lutz).
48. — **leucophæum** (Mont.) Pat. — Corse (Rolland).
49. — **resinosum** (Schrad.) Pat. — —
50. **Fistulina hepatica** Fr. — Comestible en Corse, d'après M. Rolland.
51. **Sarcodon lævigatum** (Swartz) Quélet. — Corse (Rolland).
52. **Hydnum repandum** (Fr.) Quélet. — Corse (Rolland).
53. — **rufescens** (Pers.) Quélet. — Corse (Rolland).
54. **Gyroporus castaneus** (Bull.) — —
55. **Boletus luteus** (L.) Fr. — —
56. — **granulatus** (L.), Fr., Quélet. — Corse (Rolland).
57. — **bovinus** (L.) Fr. — Sant Gavino di Carbini (Lutz); Corse (Rolland).
58. — **badius** Fr. — Sant Gavino di Carbini (Lutz).
59. — **chrysenteron** Fr. — Corse (Rolland).
60. — **subtomentosus** (L.) Fr. — Corse (Rolland).

61. **Boletus versicolor** (Rossk.) Fr. — Corse (Rolland); Sant Gavino di Carbini (Lutz).
62. — **appendiculatus** (Schaeff.). — Corse (Rolland).
63. — **edulis** Bull. — Corse; Sant Gavino di Carbini (Lutz). — Indiqué déjà par M. l'abbé Boullu aux environs d'Ajaccio.
64. — **impolitus** Fr. — Corse (Rolland).
65. — **corsicus** Rolland. — Ajaccio, où on le trouve vendu sur les marchés (Rolland).
66. — **luridus** Schaeff. — Corse (Rolland).
67. — **tessellatus** Gillot. — Corse (Rolland). — En Corse, on consomme les *Boletus edulis*, *corsicus* et *luridus* et probablement aussi les *B. chrysenteron* et *subtomentosus*. Le *B. luridus* de Corte, ressemble beaucoup au *B. Friesii* Inzenga; il est fréquemment recouvert d'un *Sepedonium* (*S. Tulasneanum* Sacc. ?).

Les espèces comestibles partagent avec quatre autres champignons qui servent à l'alimentation, le nom de *Mouchiaghioli*, qui veut dire « Champignons de broussailles ».

68. **Paxillus giganteus** (Sow.) Fr. — Corse (Rolland).
69. — **involutus** Fr. — Corse (Rolland).
70. — **griseotomentosus** Fr. — Corse (Rolland).
71. **Cantharellus cibarius** Fr. — Forêt d'Aïtone (Lutz); Corse (Rolland).
72. — **aurantiacus** Fr. — Corse (Rolland).
73. **Androsaceus epiphyllus** (Fr.) Pat. — Corse (Rolland).
74. — **epichloe** — —
75. **Marasmius oreades** (Bolt.) Fr. — Corse (Rolland).
76. — **ramealis** (Bull.) Fr. — La Punta près Ajaccio (Lutz).
77. **Mucidula mucida** (Fr.) Pat. — Corse (Rolland).
78. **Collybia longipes** (Bull.) Fr. — Corse (Rolland).
79. — **fusipes** — — — ; forêt d'Aïtone, Sant Gavino di Carbini (Lutz).
80. — **butyracea** (Bull.) Fr. — Corse (Rolland).
81. — **conigena** (Pers.) — —
82. — **dryophila** (Bull.) — Forêt d'Aïtone (Lutz).
83. **Mycena pura** (Pers.) Fr. — Corse (Rolland).
84. — **Seynii** Quélet. — Corse (Rolland).
85. — **galericulata** (Scop.) Fr. — Corse (Rolland).
86. — **parabolica** Fr. — Corse (Rolland).
87. — **alcalina** Fr. — Corse (Rolland).
88. — **rosella** (Pers.) Fr. — Corse (Rolland).
89. **Schizophyllum alneum** (L.). — Forêt de Bavella (Lutz).
90. **Pleurotus nebrodensis** Inzenga. — Sur les souches de *Ferula*. — Se vend au marché de Corte sous le nom de *Petraghioli* (Roll.).
91. **Lactarius torminosus** (Sch.) Fr. — Corse (Rolland).
92. — **insulsus** Fr. — Corse (Rolland).
93. — **musteus** — —
94. — **blennius** — —
95. — **deliciosus** (L.) Fr. — Corse (Rolland).
96. — **vietus** Fr. — Corse (Rolland).
97. — **picinus** — —
98. — **serifluus** (O. C.) Fr. — Corse (Rolland).

99. **Lactarius mitissimus** Fr. — Corse (Rolland).
100. **Russula adusta** (Pers,) Fr. — Corse (Rolland).
101. — **delica** Fr. — Corse (Rolland); forêt d'Aïtone (Lutz).
102. — **furcata** (Pers.) Fr. — Corse (Rolland).
103. — **lepida** Fr. — Forêt de l'Ospedale (Lutz).
104. — **xerampelina** (Sch.) Fr. — Corse (Rolland).
105. — **cyanoxantha** (Sch.) Fr. — Corse (Rolland); la Punta, près Ajaccio (Lutz).
106. — **heterophylla** Fr. Corse (Rolland).
107. — **fœtens** (Pers.) Fr. — Corse (Rolland); forêt d'Aïtone, Sant Gavino di Carbinï (Lutz).
108. — **Queletii** Fr. — Corse (Rolland).
109. — **emetica** (Harz.) Fr. — Corse (Rolland).
110. — **pectinata** (Bull.) Fr. — Corse (Rolland).
111. — **graminicolor** (Secret.) Quélet. — Corse (Rolland).
112. — **fragilis** (Pers.) Fr. — Corse (Rolland); Sant Gavino di Carbini (Lutz).
113. — **integra** (L.) Fr. — Corse (Rolland).
114. — **aurata** (With.) Fr. — Corse (Rolland).
115. — **alutacea** Fr. — Corse (Rolland); Sant Gavino di Carbini (Lutz).
116. — **nauseosa** (Pers.) Fr. — Corse (Rolland).
117. — **chamæleontina** Fr. — Corse (Rolland).
118. **Hygrophorus Cossus** (Sow.) Fr. — Corse (Rolland).
119. — **virgineus** (With.) Fr. — Corse (Rolland).
120. — **obrusseus** Fr. — Corse (Rolland).
121. — **conicus** (Scop.) Fr. — Corse (Rolland).
122. **Gomphidius viscidus** (L.) Fr. — Corse (Rolland).
123. **Clitocybe nebularis** (Batsch) Fr. — Corse (Rolland).
124. — **odora** (Bull.) Fr. — Corse (Rolland).
125. — **phyllophila** Fr. — Corse (Rolland).
126. — **fumosa** (Pers.) Fr. — Corse (Rolland).
127. — **ditopa** Fr. — Corse (Rolland).
128. — **fragrans** (Sow.) Fr. — Corse (Rolland).
129. **Omphalia pyxidata** (Bull.) — —
130. **Laccaria laccata** (Scop.) B. et Br. —
131. **Tricholoma rutilans** (Schaeff.) Fr. — Corse (Rolland).
132. — **sulphureum** (Bull.) Fr. — Corse (Rolland).
133. — **album** (Schaeff.) Fr. — Corse (Rolland).
134. **Clitopilus Orcella** (Bull.) Fr. — Corse (Rolland).
135. **Rhodophyllus lividus** (Bull.) Quélet. — Corse (Rolland).
136. — **nidorosus** (Fr.) Quélet. — Corse (Rolland).
137. **Cortinarius balteatus** Fr. — Corse (Rolland).
138. — **fulmineus** — —
139. — **collinitus** (Sow.) Fr. — Corse (Rolland).
140. **Inocybe fastigiata** (Sch.) Fr. — Corse (Rolland); forêt de l'Ospedale (Lutz).
141. — **asterospora** Quélet. — Corse (Rolland).
142. — **destricta** Fr. — Corse (Rolland).
143. — **prætervisa** Quélet. — Corse (Rolland).
144. — **Trinii** (Wein) Fr. — Corse (Rolland).
145. — **comminuta** Brésad. — Corse (Rolland).

146. **Inocybe geophila** (Pers.) Fr. — Corse (Rolland).
147. **Hebeloma versipelle** Fr. — Corse (Rolland).
148. — **crustiliniforme** (Bull.) Fr. — Corse (Rolland).
149. **Pluteus cervinus** Fr. — Corse (Rolland).
150. **Lepiota clypeolaria** (Bull.) Fr. — Corse (Rolland).
151. — **helveola** (Brésad). — Corse (Rolland).
152. — **cristata** (A. et S.) Fr. — Corse (Rolland).
153. — **Carcharias** (Pers.) — —
154. **Amanita cæsarea** (Scop.) — —
155. — **phalloides** (Vaill.) — —
156. — **Mappa** Fr. — Corse (Rolland).
157. — **pantherina** Fr. — Corse (Rolland); forêt d'Aïtone (Lutz).
158. — **rubescens** (Scop.) Fr. — Corse (Rolland).
159. — **aspera** Fr. — Corse (Rolland).
160. — **vaginata** (Bull.) Fr. — Corse (Rolland). — On rencontre cette espèce sous les formes *fulva* et *plumbea*.
161. **Pholiota spectabilis** Fr. — Corse (Rolland).
162. — **marginata** (Batsch.) Fr. — Corse (Rolland).
163. **Flammula gummosa** Lasch. — Corse (Rolland).
164. — **spumosa** Fr. — Corse (Rolland).
165. — **carbonaria** Fr. — Corse (Rolland).
166. — **penetrans** — —
167. — **picrea** Fr. — Corse (Rolland).
168. ? — **sapinea** Fr. — Forêt de Vizzavona (Lutz).
169. **Naucaria cucumis** (Pers.) Fr. — Corse (Rolland).
170. — **pediades** Fr. — Forêt d'Aïtone (Lutz).
171. **Galera tenera** (Sch.) Fr. — Corse (Rolland).
172. — **hypnorum** (Batsch) Fr. — Corse (Rolland).
173. **Leucocoprinus procerus** (Scop.) Pat. — Corse (Rolland).
174. — **rhacodes** (Vilt.) — —
175. — **mastoideus** (Fr.) — —
176. **Agaricus campester** L. — Paraît abondant en Corse (Rolland, Lutz). M. Lutz l'a indiqué à la forêt de Bavella, à Ajaccio. Le champignon de couche paraît être éliminé des bonnes espèces comestibles et cependant on le vend chez les épiciers.
177. — **silvaticus** (Schaeff.). — Corse (Rolland).
178. **Stropharia æruginosa** (Curt.) Fr. — Corse (Rolland).
179. — **coprinifacies** Rolland. — Forêt de Vizzavona (Roll.).
180. — **Coronilla** (Bull.) Fr. — Corse (Rolland).
181. — **melasperma** (Bull.) Fr. — Corse (Rolland).
182. — **semiglobata** (Batsch) Fr. — Corse (Rolland).
183. **Nematoloma fasciculare** (Huds.) Karst. — Corse (Rolland)
184. **Psathyra corrugis** (Pers.) Fr. — Corse (Rolland).
185. **Coprinus comatus** Fr. — Corse (Rolland).
186. **Panæolus campanulatus** (L.) Fr. — Corse Rolland).
187. **Psathyrella subatrata** (Fr.). — Corse (Rolland).
188. — **disseminata** (Pers.) Fr. — Corse (Rolland).
189. **Ithyphallus impudicus** (L.) Fr. — Corse (Rolland).
190. **Clathrus cancellatus** Tournel. — Corse (Rolland).

191. **Colus hirudinosus** Cav. et Séch. — Sur les bouses de vaches à Calvi (Soleirol, 1820 et 1823), Ajaccio (Boullu, 1840). La découverte de cette rare Phalloïdée en 1820, est intéressante, car cette plante n'a été décrite qu'en 1833 par Cavalier et Séchier.
192. **Sphærobolus stellatus** Tocle. — Forêt de Porticao (Soleirol).
193. **Geaster fimbriatus** Fr. — Corse (Léveillé).
194. **Astræus hygrometricus** (Pers.) Morgan. — Corse (Rolland).
195. **Calvatia cælata** (Bull.) Morgan. — Forêt de l'Ospedale (Lutz).
196. **Lycoperdon echinatum** Pers. — Corse (Rolland).
197. — **gemmatum** Batsch. — Algojola (Soleirol). — Corse (Rolland).
198. — **excipuliforme** Scop. — Sant Gavino di Carbini, forêt de Vizzavona (Lutz).
199. — **furfuraceum** Schaeff. — Corse (Soleirol).
200. — **pratense** Pers. — Corse (Soleirol).
201. — **sphærale** Lév. in herb. Mus. Par. — « Receptaculum globosum, sessile, album, verrucosum, verrucis minutis confertis subfloccosis, basi divisis, apice coalitis, obtectum radiceque unica suffultum, squamis basi divisis. Cum *L. pratense* comparatum, nullam differentiam præbet nisi colorem capillitii et sporarum reticulum. » « In Corsica ad terram legit mecumque communicavit amicus Boullu sub nº I. » Le capillitium est pourpre, fuscescent; les spores de même couleur, rondes, très fortement verruqueuses, 6μ diam.
202. — **dermoxanthum** Vitt. — Cristinacce (Lutz).
203. — **Rollandii** Pat. — Corte (Rolland).
204. **Scleroderma vulgare** Hornem. — Corse (Rolland).
205. — **verrucosum** (Bull.) Pers. — Corse (Rolland).
206. — **Bovista** Fr. — Poggio di Nazza (Lutz).
207. **Bovista plumbea** (Pers.). — Forêt d'Aïtone (Lutz).
208. **Polysaccum crassipes** D. C. — Lazaret d'Ajaccio (Lutz).
209. — **Pisocarpium** Fr. — Corse (Rolland).
210. — **Cranium** Lév. — Ajaccio (Léveillé). « Frequentissime in arenosis maritimis. » Cette plante n'a pas été retrouvée; il n'en existe plus de type qui permette de s'en faire une idée exacte.

IV — Ascomycètes.

A. — Périsporiacées.

211. **Phyllactinia suffulta** (Reb.) Sacc. — Sur feuilles de *Quercus Ilex* (Léveillé).
212. **Erysiphe taurica** Lév. — Sur *Carlina corymbosa* à Calvi (Soleirol).
213. — **Stachydis** D. C. — Sur feuilles de *Stachys marrubiifolia* (Léveillé).
214. — **communis** (Waltr.) Fr. — Sur *Lathyrus Clymenum* (Léveillé).
215. — **Martii** Lév. — Sur *Caucalis* à Calvi (Lév.); sur *Pisum sativum* à Vico (Lév.); sur *Scandix Pecten-Veneris* (Soleirol).
216. **Antennaria cistophila** Fr. — Sur *Cistus salvifolius*, Calvi (Soleirol, 1820), Ajaccio (Vicomte de Forestier, 1837 et 1841). Le *Torula Soleirolii* Duby est identique.
217. — **ericophila** Leink. — Ajaccio (Vic. de Forestier, 1837 et 1841).
218. — **myrticola** Lév. — Ajaccio (Léveillé, de Forestier).

B. — Pyrénomycètes.

219. **Læstadia** Sp. — Un champignon sur feuilles d'*Arbutus Unedo* (Calvi, Soleirol), appartient vraisemblablement à ce genre, mais les échantillons sont trop imparfaits pour une détermination précise.
220. **Eutypa flavovirescens** (Hoffm.) Tul. — Calvi (Soleirol).
221. **Xylaria stuppea** (Waltr.) Nits. — Corse (Soleirol).
222. **Poronia punctata** (L.) Fr. — Sur crottins de mulet à Calvi (Soleirol).
223. **Sphærella maculiformis** (Pers.) Auersw. — Sur feuilles de Châtaignier à Orezza (Soleirol).
224. ? **Didymella Hellebori** (Chaill. et Fr.) Sacc. — Sur les tiges et les feuilles de l'*Helleborus lividus* à Corte (Gillot).
225. **Leptosphæria amphibola** Sacc. — Sur chaumes de *Phragmites* à Bastia (Mabille, 1865).
226. **Phospora Cistorum** Rolland. — Sur les Cistes dans la vallée de la Restonica (Rolland).
227. **Phyllachora graminis** (Pers.) Fuck. — Sur *Koeleria phleoides* à Calvi (Soleirol).
228. — **Trifolii** (Pers.) Fuck. — Sur *Trifolium lævigatum*, la Punta, près Ajaccio (Lutz).
229. **Lophiostoma Pinastri** Niessl. — Corse (Soleirol).

C. — Discomycètes.

230. **Phialea echinophila** (Bull.) Boudier. — Corse (Rolland).
231. **Arachnoscypha zonulata** Rolland. — Sur les cônes de Pin maritime dans la vallée de la Restonica (Rolland).
232. **Lasiobolus pilosus** Fr. — Corse (Rolland).
233. **Stictis maritima** (Rolland). — Avec l'*Arachnoscypha* dans la vallée de la Restonica (Rolland).
234. **Lecanidion atratum** (Hedw.) Rab. — Sur bois dénudé de *Juniperus Oxycedrus* (Soleirol).

FUNGI IMPERFECTI.

235. **Phyllosticta microsticta** D. R. et Mont. — Sur *Arbutus Unedo*, vallée de la Gravona, Bastia, etc. (Gillot).
236. — **Arbuti** (Desm.) Sacc. — Sur Arbousier à Saint-Florent (Soleirol).
237. **Macrophoma Oleæ** (D. C.) Berl. et Vogt. — Calvi, etc. (Soleirol).
238. **Mycogala parietinum** (Schaed.) Sacc. — Sur des plantes de Corse, dans l'herbier Montagne (Soleirol).
239 ? **Septoria Daphnes** (Desmaz). — Sur *Daphne oleoides* à Corte. C'est probablement de cette espèce qu'a voulu parler M. Gillot, en indiquant à Corte le *Septoria Mezerei*. D'ailleurs *S. Daphes* est synonyme de *Leptothyrium Mezerei* Lib.
240. — **Anemones** Desmaz. — Sur *Anemone stellata* à Corte (Gillot).
241. — **Atriplicis** (Westd.) Fuck. — Sur *Chenopodium murale* à Calvi (Soleirol).

242. **Melophia ophiospora** (Lév.) Sacc. — Sur l'écorce du *Quercus Suber*, Corse (Léveillé).
243. **Oidium erysiphoides** Fr. — Sur *Ballota foetida*, Sartène (Lutz).
244. **Polythrincium Trifolii** Kunz. — Sur *Trifolium lævigatum*, la Punta (Lutz).
245. ? **Sepedonium Tulasneanum** Sacc. — Sur le *Boletus luridus*, à Corte (Rolland).

M. G. DUTAILLY

Docteur ès-Sciences naturelles, à Paris.

LE STAMINODE DES *PARNASSIA*

[581.46]

— Séance du 10 septembre —

Un jour que je travaillais à l'herbier du Muséum de Paris, le regretté A. Franchet me demanda d'examiner la structure du staminode du *Parnassia palustris*, afin de savoir s'il présentait à sa base un ou trois faisceaux fibro-vasculaires, et si son anatomie était fondamentalement la même que celle de l'étamine. Il me montra la riche collection de *Parnassia*, récemment arrivée d'Asie. Je pris ainsi contact avec un genre que, sans l'intervention de Franchet, je n'aurais probablement jamais connu que par notre seul *Parnassia* français. Personne ne m'en voudra, au début de cette étude, d'avoir évoqué le souvenir d'un botaniste éminent, qui s'en est allé trop tôt pour ses amis et pour la science.

En parcourant l'herbier des *Parnassia*, les pétales fimbriés-ciliés des *P. chinensis*, *Wightiana*, *monochorifolia*, *Davidi*, *Noemiæ*, *foliosa*, etc., ne m'avaient point échappé ; mais, pas plus que mes devanciers, je n'avais songé à rapprocher leurs fimbrilles des soies glandulifères du staminode.

Plus tard, ayant eu l'occasion d'étudier un pied de *Parnassia palustris* vivant, j'aperçus, sur ses feuilles, des fimbrilles analogues à celles que j'avais vues sur les pétales d'autres *Parnassia* ; et tout de suite l'idée me vint de rechercher ces mêmes fimbrilles sur les sépales. Je les y découvris. Alors l'assimilation du staminode à une feuille unique, à un sépale, à un pétale, à une étamine simple, s'imposa invinciblement à moi ; et telle fut l'origine des recherches que je vais maintenant exposer aussi brièvement que possible.

I

LES OPINIONS SUR LA NATURE DU STAMINODE

Quelle est, pour les auteurs, la véritable nature morphologique du staminode ?

A ce point de vue, les botanistes qui ont étudié les *Parnassia* peuvent se répartir en trois groupes : les uns ne se prononcent pas sur l'interprétation du staminode ; d'autres le considèrent comme constitué par un bouquet d'étamines stériles ; certains, enfin, pensent qu'il représente une unique étamine avortée.

Grenier et Godron, dans leur *Flore de France*, se bornent à dire : « Appendices nectarifères à 9-13 cils glanduleux au sommet. »

Baillon, dans l'*Histoire des Plantes*, signale simplement : « Cinq écailles multifides, à divisions grêles, subulées, terminées chacune par une glande capitée », sans se prononcer sur la valeur de ces organes.

Voilà pour les botanistes du premier groupe. Passons à ceux du second. Endlicher, notamment, dit des staminodes : « *Stamina sterilia... in phalanges fimbriatas petalis oppositas connata.* » Decaisne, de son côté, écrit : « Écailles pétaloïdes 5, opposées aux pétales, représentant peut-être des phalanges d'étamines stériles, et se ramifiant en 3, 5, 7, 9, 15 branches... Ses staminodes, réunis en phalanges, le rapprochent des *Hypéricinées.* » Et M. van Tieghem résume très clairement l'opinion d'Endlicher, de Decaisne et des naturalistes qui les ont suivis, en disant qu'il faut voir dans les staminodes « autant d'étamines composées à filet court et large, ramifié suivant le mode palmé, où les anthères ont avorté et sont remplacées par autant de renflements nectarifères, en un mot, autant de staminodes rameux ».

Quant aux botanistes du troisième groupe, nous nous bornerons à citer l'opinion ancienne du *Prodrome*, dans lequel on lit, à propos des staminodes : *((Squamæ 5 (an stamina abortiva?))*, ce qui signifie sans doute que, pour l'auteur de la description, chaque staminode n'est peut-être qu'une seule étamine avortée.

C'est à cette opinion que nous nous rattachons, sans hésitation ; et, en décrivant les fimbrilles de la feuille, du sépale, du pétale, en regard des ramifications du staminode, nous espérons tirer des faits une démonstration évidente.

II

FIMBRILLES DES FEUILLES

Nous examinerons successivement les fimbrilles des feuilles dites radicales, celles des feuilles caulinaires, et celles des feuilles qui jouent le rôle d'écailles dans le bourgeon. C'est surtout sur le *Parnassia palustris* que nous avons étudié soigneusement les unes et les autres, à l'état adulte et aux diverses phases de leur évolution.

Ni le *Prodrome*, ni Endlicher, ni les auteurs qui les ont suivis, ne décrivent le pétiole des feuilles radicales. Seul, Baillon dit que ce pétiole est « dilaté à la base ». Personne n'a vu les fimbrilles que porte la gaine foliaire; où, si on les a vues, personne n'a jugé qu'il fût intéressant de les décrire. Ces fimbrilles, que représentent nos figures 1 et 2, sont d'étroites lanières, à pointe aiguë, insérées, au nombre de 5 ou 6, de chaque côté de la gaine. La figure 1 (Pl. II) représente une feuille complète avec son limbe, son pétiole, sa gaine *a*, ses fimbrilles *b*. La figure 2 ne reproduit que la gaine et les fimbrilles.

Ces dernières sont entièrement cellulaires; mais néanmoins ont une valeur supérieure à celle des poils ordinaires. Elles sont en effet constituées, non seulement par de l'épiderme, mais encore par les couches cellulaires sous-jacentes. Ce serait, en outre, mal les caractériser que de les appeler des émergences. Nous avons suivi leur développement dans le bourgeon, sur la feuille très jeune. Celle-ci est à accroissement basipète. C'est d'abord le limbe qui se constitue comme une sorte de cuilleron. Puis, vers la base de ce cuilleron, sur chacun de ses bords, apparaît un mamelon au dessous duquel s'en forment successivement 4 ou 5 autres, avec une régularité parfaite. Ces mamelons, nés de haut en bas, s'accroissent rapidement en longueur; et il est un moment où les deux lanières supérieures ainsi constituées atteignent une longueur presque double de celle du limbe foliaire lui-même. Elles ont alors l'apparence, et probablement aussi la valeur, de lobes foliaires très étroits; tandis que plus tard, à l'état adulte, elles prendront l'aspect de simples poils, sans intérêt et sans importance au regard du limbe de la feuille. C'est que, de très bonne heure, ces lobes latéraux, considérables au début, cessent de s'accroître, tandis que le lobe terminal poursuit son évolution et devient le véritable limbe de la feuille. Et tandis que celui-ci, à l'âge adulte, aura pour principale fonction l'assimilation du carbone, les fonctions des lobes latéraux, dépourvus de faisceaux, réduits à du tissu cellulaire, s'accomplissent dans le bourgeon et cessent lors de son épanouissement. Ces lobes latéraux, ces fimbrilles,

excrètent en effet, dans leur premier âge, un mucilage protecteur des jeunes feuilles ; puis se dessèchent et deviennent inutiles. Quand on les observe seulement à l'état adulte, alors qu'ils ne sont plus que des languettes brunies et recroquevillées le long de la graine pétiolaire, il est tout à fait impossible de se rendre compte de leur rôle réel et de leur utilité passée.

Nous avons constaté les mêmes gaines frangées chez le *Parnassia Wightiana*, var. *flavida*, et chez le *P. monochorifolia* où, de chaque côté de la gaine, il y a de nombreuses lanières, comme le représente la figure 6. Nous avons lieu de penser que les mêmes fimbrilles se rencontrent sur les feuilles basilaires de tous les *Parnassia*, sauf peut-être sur celles du *P. tenella*, que nous regrettons de n'avoir pu étudier à ce point de vue.

Venons aux feuilles caulinaires qui sont, comme on le sait, sessiles, et qui, dépourvues de pétiole, sont par cela même privées de la gaine pétiolaire que nous venons de décrire chez les feuilles radicales. Il pouvait sembler, *a priori*, que ces feuilles caulinaires, ayant perdu leur gaine, devaient nécessairement avoir en même temps perdu leur fimbrilles. Il n'en est rien. Les fimbrilles se retrouvent au point de jonction de la feuille et de l'axe qui la supporte. C'est ce que traduisent nos figures 3, 4 et 5, dont les deux premières représentent la feuille caulinaire du *P. palustris* et la troisième la feuille caulinaire du *P. monochorifolia*. Dans ces trois figures, *m* est l'axe qui se termine par la fleur *o* (en bouton dans la figure 4, et enlevée dans la figure 5). Cette fleur *o* est embrassée étroitement par la feuille *n (fig. 3)* qui est représentée étalée dans les figures 4 et 5. En *b*, se montrent les fimbrilles, plus ou moins onduleuses, au nombre de 4 ou 5 de chaque côté chez le *P. palustris (fig. 3 et 4)*, et bien plus abondantes à la base de la feuille du *P. monochorifolia (fig. 5)*. Toutes ces lanières sont mucipares dans leur jeunesse, comme celle des feuilles radicales.

Il n'est point inutile de faire remarquer ici que Payer, dans son étude organogénique du *Parnassia palustris*, a dessiné un état très voisin de celui que reproduit notre figure 4. (Voir sa Pl. 39, *fig. 15)*. Or, on n'y aperçoit pas trace de fimbrilles ; tant il est vrai que les meilleurs yeux restent souvent aveugles pour les faits qu'ils ne cherchent point.

Les deux exemples du *P. palustris* et du *P. monochorifolia* prouvent déjà que le nombre des lanières peut varier considérablement, et nous verrons plus loin l'intérêt de cette remarque. Le *P. Fargesi*, le *P. foliosa*, n'ont qu'une ou deux fimbrilles de chaque côté de la base de la feuille caulinaire ; le *P. Noemiæ* en a 2 ; le *P. Delavayi*, le *P. chinensis*, *le P. ovata*, le *P. yunnanensis*, le *P. subacaulis*, le *P. setchuenensis* en ont 2 ou 3 ; le *P. mysorensis*, le *P. Wightiana*, le *P. Souliei*, en ont 3 ou 4 comme le *P. palustris ;* le *P. nubicola* en a 6 ou 7 ; enfin, le *P. Davidi* en a plus encore, de même que le *P. monochorifolia*, décrit plus haut. Seul, de tous les *Parnassia* que nous avons examinés, le *P. tenella* ne nous a point montré de

fimbrilles à ses feuilles caulinaires ; et c'est pour cela que nous conjecturions plus haut que ses feuilles radicales en étaient également dépourvues. Au lieu de fimbrilles à leur base, les feuilles de ce *Parnassia* si exceptionnel sont comme dentées sur toute la périphérie de leur limbe, grâce à de petits poils raides unicellulaires, à épaississements longitudinaux en forme de stries. Nous retrouverons ces poils, anormaux chez les *Parnassia*, sur d'autres organes de la même plante.

Les écailles des bourgeons des *Parnassia*, comme les feuilles caulinaires et radicales, ont des fimbrilles. Nous les avons observées chez le *P. Kotzebuei (fig. 7)* où le limbe *n* de la feuille, extrêmement réduit, est à peine plus long que la gaine *a*, pourvue de fimbrilles *b*. Nous avons constaté les mêmes faits dans l'écaille du *P. Wightiana*, var. *flavida*, qui possède un seul faisceau, non ramifié, dans les fimbrilles. J'ajoute que ces fimbrilles offrent ces mêmes longues cellules sécrétrices, à contenu rougeâtre et trouble, que l'on trouve en si grande abondance à la surface des staminodes.

Il resterait à étudier les cotylédons et les premières feuilles de l'embryon en germination. Ces organes ont-ils des fimbrilles comme les feuilles de la plante adulte ? Je n'ai aucune donnée à ce sujet.

III

FIMBRILLES DES SÉPALES

Les fimbrilles des sépales n'ont pas été signalées par les auteurs plus que celles des feuilles. Je me trompe. On en trouve une indication dans la description que donne Franchet du *Parnassia Faberi*, lorsque, parlant du calice, il écrit : « Glandula parvula stipitata ad basin loborum interjecta. » Cette petite glande interposée aux lobes est-elle une fimbrille ? Je n'ai pas eu l'occasion d'examiner le *P. Faberi*, et ne saurais répondre. Même alors que le calice de ce *Parnassia* porterait des fimbrilles, la description de Franchet ne saurait être tout à fait exacte : d'abord parce que très probablement ces fimbrilles ne seraient pas glanduleuses ; ensuite parce qu'au lieu d'une seule « glande » interposée entre deux lobes adjacents du calice, il en existerait deux au moins : une pour chacun des deux sépales contigus.

Quoi qu'il en soit, venons aux faits qui j'ai pu constater moi-même et qui sont en partie représentés par les figures 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 et 15.

Certains *Parnassia*, les *P. Delavayi*, *ovata*, *subacaulis*, *setchuenensis*, *Souliei*, *Kotzebuei*, ont des sépales parfaitement entiers et sans fimbrilles.

Le *P. palustris (fig. 10)* a généralement une fimbrille à droite et une

à gauche, à la base du sépale. Le *P. foliosa* en a 1 ou 2, de chaque côté du sépale. Le *P. chinensis (fig. 11)* en possède 2 ou 3. Il en est de même du *P. Wightiana* et du *P. yunnanensis*.

Le *P. mysorensis* en a 4 ou 5, et le *P. nubicola* 5 à 6, de chaque côté. Le *P. Davidi* a 6 à 7 lanières de chaque côté, qui occupent tout le tiers inférieur du sépale *(fig. 13)*. Le sépale du *P. monochorifolia* n'a, sur chaque bord, que 5 ou 6 fimbrilles qui se raccourcissent de bas en haut ; mais ce qui est intéressant, c'est qu'elles se répartissent sur les deux tiers inférieurs du sépale *(fig. 12)*. En revanche, c'est sur la moitié supérieure du sépale que, chez le *P. Noemiæ (fig. 14)*, s'espacent de courtes et rudimentaires fimbrilles, dont l'une, avec les assez nombreuses cellules qui la constituent, est représentée par la figure 15.

Le *P. tenella*, dont nous avons signalé déjà les feuilles sans fimbrilles, n'en possède pas non plus sur son calice. Les sépales portent sur leurs bords les mêmes cellules épidermiques proéminentes que les feuilles, mais moins allongées et presque hémisphériques. La figure 8 représente l'un de ces sépales à bords denticulés ; et la figure 9, deux cellules épidermiques épaissies et à stries longitudinales.

IV

FIMBRILLES DES PÉTALES

Ici, nous nous retrouvons sur un terrain connu, où, sauf quelques légères erreurs à rectifier et quelques faits nouveaux à signaler, nous avancerons en nous appuyant sur les excellentes observations de nos devanciers, et particulièrement de A. Franchet.

Les fimbrilles des pétales de certains *Parnassia* sautent aux yeux ; et il y a longtemps qu'elles ont été parfaitement décrites dans le *P. fimbriata*. Tant qu'on ne connut que les sept espèces de *Parnassia* du *Prodrome*, les pétales fimbriés parurent une exception. Aujourd'hui que l'on a étudié les *Parnassia* d'Asie, on sait que ce sont au contraire les *Parnassia* à pétales entiers qui sont les moins nombreux. On n'en compte que 10 : les *P. oreophila*, *parviflora*, *asarifolia*, *Faberi*, *Caroliniana*, *ovata*, *palustris*, *subacaulis*, *setchuenensis* et *Kotzebuei*.

Il existe une dizaine de *Parnassia* dont les pétales sont plus ou moins fimbriés dans leur moitié inférieure. Citons d'abord le *P. crassifolia*, le *P. fimbriata*, le *P. Delavayi* duquel Franchet dit que les pétales *(fig. 18)* sont au-dessus de leur onglet, « parce et breviter ciliolata », ce qui est parfaitement exact. Mais il faut ajouter que les fimbrilles peu nombreuses, (une douzaine de chaque côté), non capitées, n'existent que sur la moitié inférieure du limbe et deviennent de plus en plus longues de haut en bas.

Le *P. Souliei* présente, sur la moitié inférieure de ses pétales, des fimbrilles réduites à de courtes dents.

Des pétales du *P. chinensis*, Franchet écrit : « Fimbriis densis tenuibus ». Il faut ajouter que les pétales ne sont fimbriés que dans leur moitié inférieure et que les fimbrilles, longues à la partie inférieure du pétale, décroissent de bas en haut et finissent par devenir de simples crénelures sur la partie inférieure de la moitié supérieure du pétale.

Franchet décrit comme il suit les pétales laciniés du *P. Wightiana* : « Petala parte inferiore augustata, fimbriato-lacero, superne abrupte dilatata, rotundata. » J'ajoute que cette partie inférieure rétrécie du pétale correspond manifestement au pétiole de la feuille. Elle porte 2 ou 3 fimbrilles de chaque côté. Plus haut, l'onglet se rétrécit en une sorte de col dépourvu de fimbrilles, au-dessus duquel réapparaissent les fimbrilles, mais en petite quantité ; la moitié supérieure du pétale en étant totalement dépourvue. Mêmes faits, ou à peu près, dans le *P. yunnanensis*.

Dans toutes les espèces précédentes, les fimbrilles sont à sommet aigu. En voici deux autres chez lesquelles les fimbrilles se renflent et deviennent capitées à leur extrémité : le *P. Fargesi* et le *P. monochorifolia* qui, tous deux, n'ont des fimbrilles que sur la moitié inférieure du pétale. Notre figure 19 représente le pétale du *P. monochorifolia*. Franchet dit fort justement : « Petala longe unguiculata, superne dilatato-spatulata, fimbriis eximie apice capitellatis. » Il faut ajouter que l'onglet (le pétiole de la feuille transformée) porte seul les fimbrilles capitellées ; que ces fimbrilles ne sont pas glanduleuses et qu'elles sont dépourvues de faisceaux et garnies de papilles comme celles des figures 23 et 24, qui représentent les fimbrilles de deux autres *Parnassia*.

Après les pétales à bords entiers, et ceux qui n'ont des fimbrilles qu'à leur partie inférieure, il faut grouper ceux qui possèdent des fimbrilles tout autour de leur limbe. Il semblerait, au premier abord, que les pétales du *P. tenella* appartinssent à ce groupe. Franchet dit d'eux : « Petala... margine subtiliter erosa. » Et, en effet, on voit, à l'œil nu, tout autour du limbe du pétale, de très fines dents, qui pourraient être considérées comme des fimbrilles rudimentaires *(fig. 16)*. Mais, au microscope, on reconnaît que ces prétendues fimbrilles ne sont que des poils unicellulaires *(fig. 17)*, constitués comme ceux que nous avons décrits sur les feuilles et les sépales de la même plante.

Il n'en est pas de même du *P. nubicola (fig. 20)* et du *P. mysorensis* qui, tous deux, ont, tout autour du limbe du pétale, de courtes dents pluricellulaires qui sont bien des fimbrilles rudimentaires. Dans le *P. mysorensis* notamment, dont Franchet se borne à dire : « Petala... circumcirca eroso-denticulata », les dents sont arrondies et très courtes en haut, et croissent

régulièrement de longueur, de haut en bas. Le *P. pusilla* a les mêmes pétales que le *P. mysorensis*.

Le *P. Davidi* a, tout autour du limbe du pétale, de vraies fimbrilles qui se renflent très légèrement à leur extrémité *(fig. 22)* et dont les cellules épidermiques sont papilliformes. Ce qui rend ces fimbrilles particulièrement intéressantes, c'est que l'on voit très nettement un faisceau pénétrer dans les supérieures, tandis que les inférieures en sont absolument dépourvues *(fig. 21)*.

Les faits sont à peu près les mêmes chez le *P. foliosa* ; mais les faisceaux du limbe, qui obliquent du côté des fimbrilles, s'arrêtent à leur base sans pénétrer dans leur intérieur. Quelques-uns mêmes, ceux de la moitié inférieure du pétale, cessent d'exister bien avant d'atteindre les lanières *(fig. 23)*. Chez le *P. Noemiæ*, qui a également des fimbrilles capitées non glanduleuses, mais papilleuses *(fig. 24)*, aucun faisceau ne se détache des faisceaux longitudinaux du limbe pour se diriger du côté des fimbrilles *(fig. 23)*.

V

FIMBRILLES DES STAMINODES

Les staminodes des *Parnassia* sont mieux connus encore que leurs pétales. Nous aurons donc, en les passant rapidement en revue, peu de faits nouveaux à signaler ; et, si nos devanciers ont commis quelques erreurs dans leur description, c'est sans doute qu'ils ont étudié les staminodes à sec, tandis que, pour se rendre un compte exact de leur physionomie, il faut leur rendre leur forme primitive en les regonflant par les procédés appropriés.

On admet que trois *Parnassia* ont des staminodes entiers ou vaguement sinués : les *P. Faberi*, *tenella* et *yunnanensis*.

Je n'ai pu étudier le *P. Faberi* : M. Franchet dit que son staminode possède un long pédicelle renflé, capité, comme bilabié au sommet. Il ajoute que, d'après la figure d'Oliver, ce sommet paraît creux.

Je trouve que cette caractéristique conviendrait assez bien au staminode du *P. tenella*, que représente la figure 26. Franchet le dit pyriforme, presque flabelliforme, et non lobé. C'est là, en effet, l'apparence qu'il a à sec. Mais, regonflé, il a bien plutôt la forme d'une pyramide triangulaire à sommet inférieur, à arêtes arrondies et mousses, supportée par un mince pédicelle ; l'une des trois faces de la pyramide est extérieure ; les deux autres sont tournées vers le centre de la fleur. La base de la pyramide est légèrement excavée ; et, sur cette base, sur ses bords crénelés, sur les arêtes de la pyramide, on retrouve les cellules épidermiques proéminentes,

mais plus surbaissées, que nous avons signalées sur les feuilles, sépales et pétales de la même plante.

Du *P. yunnanensis*, Franchet écrit : « Staminodia... obovata vel clavata, apice integerrima, vel obscure sinuata ». Sec, le staminode peut paraître en effet parfaitement entier et simple. Gonflé, son bord supérieur devient sinueux, et l'on y distingue nettement un mamelon médian et, de chaque côté de ce mamelon, 2 ou 3 autres élevures de plus en plus petites. Le *P. yunnanensis* n'a donc pas des staminodes entiers ; et les *P. Faberi* et *tenella* sont seuls jusqu'ici dans ce cas.

Arrivons aux staminodes plus ou moins ramifiés, parmi lesquels désormais celui du *P. yunnanensis* prendra place. Celui du *P. nubicola* est le plus simple et en même temps l'un des plus intéressants *(fig. 27)*. Il est à trois lobes, *n*, *b*, *b'* ; mais ces lobes, dans une même fleur, sont de dimensions variables et le plus souvent, comme le montre notre figure, ils sont réduits à de simples moignons non capités. C'est dire que le *P. nubicola*, avec ses staminodes à forme variable, est actuellement en pleine évolution.

Le *P. ovata* a des staminodes également à trois lobes réduits à des moignons, le tout constituant une sorte de trèfle ; mais tous les staminodes sont semblables dans une même fleur.

Les *P. setchuenensis*, *Souliei*, *mysorensis*, *Fargesi*, *chinensis (fig. 28)* ont des staminodes à trois branches dépourvues de tête glanduleuse. Dans le *P. chinensis* cependant la glande commence à se traduire par une très légère dilatation terminale. Dans le *P. crassifolia*, les lobes sont déjà plus nettement capitellés. Ils le sont mieux encore, d'après les auteurs ou selon nos propres observations, chez les *P. caroliniana*, *asarifolia*, *grandifolia*, *fimbriata*, *oreophila*, *Laxmanni*, *foliosa (fig. 29)*, *subacaulis*, *pusilla*, qui tous ont également trois bras au staminode.

Franchet décrit les staminodes du *P. Delavayi*, comme trilobés ou quadrilobés, quand parfois, dit-il, le lobe intermédiaire se bifurque. Dans l'unique fleur que j'ai analysée, tous les staminodes étaient à trois branches non capitées ; et, comme la branche médiane était plus mince que les latérales, je crois volontiers que, lorsque le staminode a 4 bras, c'est, non le médian, mais l'un des latéraux qui, suivant l'expression consacrée, mais inexacte, s'est « dédoublé ».

Ce « dédoublement » se manifeste très clairement chez le staminode du *P. Noemiæ*. Franchet le dit tripartite, en croix, à lobes capitellés, le médian plus long. Telle est en effet l'apparence à l'état sec. En réalité *(fig. 30)* le staminode est quinquipartite, car il présente, en *r*, *r'*, deux tubérosités naissantes au flanc des deux branches capitées *s*, *s'* ; tubérosités qui traduisent deux lobes en voie de formation ou de régression.

Le *P. Davidi* a généralement cinq lobes capités à son staminode : un

médian, longuement pédicellé, et 4 latéraux, concrescents deux à deux dans leur moitié inférieure. Franchet dit que ce staminode peut n'avoir que 4 bras, sans doute par suite de l'avortement d'un des bras latéraux, le bras *r'* par exemple (*fig. 31*).

Le *P. Wightiana* a également 4 ou 5 lobes à ses staminodes, pour la même raison. Franchet dit que les staminodes varient à lobes courts ou longs. Voilà encore une fleur en état d'évolution active.

Le *P. parviflora* a des staminodes à 5-7 branches capitellées, glanduleuses. C'est de nouveau une espèce à staminodes non fixés.

Les *P. monochorifolia* (*fig. 32*) et *Kotzebuei* ont 7 bras capitellés au staminode.

Quant au *P. palustris* (*fig. 33*) dont nous représentons un staminode à 15 divisions capitées, on sait qu'en Amérique on le rencontre avec des staminodes à 5 lobes ; en Europe avec des staminodes dont le nombre des lobes varie de 9 à 15, chiffre qui, en Asie, peut aller jusqu'à 20. C'est à ce point de vue, le plus variable, le moins fixé de tous les *Parnassia*.

Payer a très exactement figuré l'évolution organogénique du staminode du *P. palustris*. Il débute par un mamelon, au-dessous duquel, à droite et à gauche, s'en forment deux autres. On a alors quelque chose de très voisin du staminode de notre figure 27. Puis, deux autres mamelons latéraux se forment sous les deux premiers ; et l'on se trouve à une phase que traduisent les staminodes de nos figures 30 et 31, à l'état adulte. Deux nouveaux mamelons apparaissent, et le jeune staminode, avec ses 7 bras en ébauche, est, à ce moment, tout à fait comparable au staminode adulte de la figure 32. Finalement, d'autres mamelons naissent sous les premiers, par formation basipète, comme le feraient des lobes de feuille ; et le staminode de la figure 33 se trouve ainsi définitivement constitué, après avoir reproduit successivement, dans son développement, toutes les formes des staminodes moins complexes.

Autre remarque : le staminode du *P. tenella*, que reproduit la figure 26, est absolument différent des autres, par la forme d'abord, mais surtout, ce qui est plus important, parce qu'il est simple et qu'il ne manifeste aucune tendance à la lobation. Mais, ce staminode mis à part, en même temps peut-être que celui du *P. Faberi* que je n'ai pas vu, tous les autres offrent un bras médian, toujours très distinct des lobes latéraux (le bras *n*, dans les figures 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33) et qui peut être longuement décurrent sur le limbe du staminode, comme on le voit sur la figure 33. Ce bras médian est le premier formé ; et tous les bras latéraux se sont constitués sur ses flancs, à sa droite et à sa gauche.

VI

LES ÉTAMINES DES PARNASSIA.

Elles sont, on le sait, de deux sortes, suivant que le connectif se prolonge, ou non, au delà des loges de l'anthère. Il n'existe que deux *Parnassia*, les *P. Delavayi* et *Fargesi*, chez lesquels l'anthère soit surmontée d'une longue pointe qui, bien entendu, nous tenons à le rappeler ici, représente le sommet de la feuille transformée en étamine.

Tandis que les sépales et les pétales, autres feuilles transformées, portent chez la plupart des *Parnassia* les mêmes fimbrilles que la feuille, il est à remarquer que les étamines, feuilles plus profondément modifiées que les sépales et les pétales, sont complètement dépourvues de toute fimbrille.

VII

LE STAMINODE COMPARÉ AVEC LA FEUILLE, LE SÉPALE, LE PÉTALE ET L'ÉTAMINE

Le sépale, le pétale, l'étamine, représentent chacun une unique feuille modifiée. Voilà qui ne fait doute pour personne. Pourquoi donc le staminode des *Parnassia* ne représenterait-il pas, lui aussi, un étamine unique, une feuille simple ; et pourquoi serait-il, comme le pensent la plupart des auteurs, une étamine composée dont les anthères avortées auraient été remplacées par autant de renflements nectarifères ? Ce sont évidemment les franges capitellées du *P. palustris* qui ont été les inspiratrices de cette dernière doctrine. On a par suite rapproché les Parnassiées des Hypéricacées dont l'androcée est méristémone, et on les a éloignées des Droséracées et des Saxifragacées. Nous n'avons point, dans ce mémoire, l'intention de faire œuvre de classificateur. Nous n'avons pas d'autre but que de fixer la valeur réelle d'un organe dont l'interprétation a été des plus discutées.

Qu'est donc le staminode ?

Après avoir étudié séparément les feuilles, les sépales, les pétales, les staminodes, les étamines des *Parnassia*, rapprochons ces organes les uns des autres et comparons-les.

Voici le *P. tenella*. Ses feuilles sont dépourvues de fimbrilles ; ses sépales, ses pétales, n'en ont pas davantage, et son staminode *(fig. 26)* est entier, sans la plus légère trace de bras. Autre exemple : *P. monochorifolia* a des feuilles richement pourvues à leur base de fimbrilles *(fig. 5)*.

Ses sépales *(fig. 12)* portent les mêmes fimbrilles sur leur moitié inférieure; ses pétales en ont en abondance sur leur onglet *(fig. 19)*; et, quant à ses staminodes, ils possèdent sept bras dont un médian et six latéraux *(fig. 32)*. Il ne faudrait guère voir clair pour ne pas saisir immédiatement que, si le bras médian représente l'extrémité transformée de la feuille, les bras latéraux ne sont que les fimbrilles de la feuille transformée, devenues glanduleuses. Et il suffit, non de relire nos descriptions, mais de jeter un coup d'œil sur notre planche pour apercevoir tous les passages entre la fimbrille de la feuille et la glande pédicellée du staminode. Si le staminode du *P. tenella* n'a pas de lobes, c'est que sa feuille n'a pas de fimbrille. Les fimbrilles représentées par nos *figures 1, 2, 3, 4, 5, 6* et *7*, secrètent un mucilage protecteur des jeunes organes, et elles sont pointues. Dans aucune feuille de *Parnassia* elles ne sont capitées. Elles ne sont pas davantage capitées sur les sépales *(fig. 10, 11, 12, 13, 14, 15)* où très probablement elles ont perdu la propriété d'excréter du mucilage. Les fimbrilles des pétales n'ont certainement plus cette propriété; mais elles sont en train d'en acquérir une nouvelle. Elles sont en voie de devenir glanduleuses. Si, en effet, les fimbrilles des pétales des *P. nubicola (fig. 20), Dalavayi (fig. 18), Davidi (fig. 21)*, ne sont pas capitées, celles des *P. Noemiæ (fig. 23), foliosa (fig. 25), monochorifolia (fig. 19)* le sont très nettement, sans être toutefois devenues de vrais organes sécréteurs. Ceux-ci enfin se rencontrent dans la plupart des staminodes, bien que certains *Parnassia* à staminodes non capités, mais déjà sécréteurs, se trouvent à un degré inférieur d'évolution par rapport à leurs congénères. Et c'est ainsi, par toutes les transitions qui existent entre la feuille et le staminode, que l'assimilation entre le staminode et la feuille se trouve établie. La feuille, le sépale, le pétale, le staminode, débutent tous de la même manière: par un mamelon qui représente le limbe de la feuille originelle et qui, dans le staminode, est le lobe supérieur capité, si distinct des autres. Chez la feuille, le sépale, le pétale, le staminode, les fimbrilles naissent de bas en haut comme des lobes de feuilles, et ces fimbrilles capitées dans certains pétales, sont capitées et glanduleuses dans certains staminodes. Dans la feuille, elles excrétaient un mucilage; dans le staminode, elles secrétent un nectar. Organes de protection du bourgeon et de la fleur à l'origine, elles sont devenues, dans la fleur, des tissus sécréteurs qui, en attirant les insectes, servent à la fécondation.

Et ces fimbrilles dont la signification pouvait être douteuse dans la feuille où elles sont simplement constituées par du tissu cellulaire, sont si bien des lobes de feuilles que, chez les pétales du *P. Davidi (fig. 21)*, nous voyons pénétrer dans leur intérieur des vaisseaux qui s'arrêtent à la base des mêmes organes dans le *P. foliosa (fig. 25)*.

Faut-il, pour compléter le parallélisme, insister sur ce nombre croissant

des fimbrilles, suivant les espèces, aussi bien dans le staminode que dans le pétale, le sépale et la feuille? Faut-il rapprocher les écailles foliaires à limbe avorté (*fig. 7*) des sépales et des pétales? A tous ces points de vue, la lecture de notre planche, dont les dessins n'ont point été distribués au hasard et où, pour chacun des quatre organes à comparer, on a été du simple au composé, la lecture de notre planche, dis-je, en apprendra plus que celle des pages supplémentaires que je pourrais écrire ici.

Quelques mots encore à propos des étamines. La pointe qui surmonte celle des *P. Delavayi* et *Fargesi*, représente, nous l'avons dit, l'extrémité de la feuille. Il suit de là que, dans ces deux *Parnassia*, les loges d'anthères occupent manifestement la place des fimbrilles, c'est-à-dire des lobes foliaires latéraux transformés, et que l'étamine est alors comparable, par exemple, aux sépales des figures 12 et 13, aux pétales des figures 18 et 19 qui, au-dessus de leurs fimbrilles, conservent une portion de limbe nu. Les étamines à anthère terminale se rapprochent, au contraire, des pétales des figures 21, 23, 25, dont tout le pourtour est envahi par des fimbrilles capitées.

VIII

QUELQUES FAITS RELATIFS AUX DROSÉRACÉES

Bien que nous ne contestions nullement la valeur des arguments qui ont fait placer les Parnassiées à l'écart des Droséracées, nous avons néanmoins cherché, chez ces dernières, des organes comparables aux fimbrilles des *Parnassia*. Cela nous a permis de revoir bon nombre de faits signalés autrefois par Darwin et décrits avec cette admirable précision que l'on ne trouve presque jamais en défaut. Nous y ajouterons ici quelques très brèves observations, qui nous paraissent nouvelles.

A. — Drosera.

Il est des *Drosera* dont le pétiole foliaire est dépourvu de tout appendice (*D. lunata*, etc.), et d'autres, comme le *D. spiralis*, etc., qui ont une gaine pétiolaire large et scarieuse ; mais je n'y ai point observé de fimbrilles. Certains enfin, comme notre *D. rotundifolia,* possèdent à la partie inférieure du pétiole 5 ou 6 lanières pointues, sans faisceaux et sans glandes terminales, mais formées par des cellules épidermiques et sous-épidermiques et qui rappellent tout à fait les fimbrilles des *Parnassia*. Il y aurait à rechercher leur rôle dans le bourgeon.

Les glandes des *Drosera* ont été décrites avec une grande précision par les auteurs; mais on n'a pas, que je sache, signalé l'enroulement en spirale du pédicelle très long et très fin des glandes des feuilles du *D. glanduligera*. Cet enroulement n'est-il qu'un effet de la dessiccation ? Se produit-il du vivant de la

plante; et alors a-t-il pour but de rapprocher l'insecte capturé des petites glandes sous-jacentes aux grandes ?

Les feuilles peltées du *D. peltata,* ont une limbe qui a, à peu près, la forme d'un disque dont, par une section parallèle à un diamètre, on aurait enlevé environ le tiers. Il porte des glandes qui serait entièrement comparables à celles de notre *D. rotundifolia*, si, à chacun des deux angles du limbe, il n'existait pas trois glandes spéciales, concrescentes sur plus de la moitié de la longueur de leur pédicelle, ce pédicelle étant d'une dimension double de celui des autres grandes glandes du limbe. Il est probable que ces deux faisceaux de glandes jouent un rôle spécial lors de la capture de l'insecte. Est-ce un rôle d'avertisseur pour les autres glandes ? Se couchent-ils brusquement sur le limbe ? Détermineraient-ils, aussitôt atteints, l'occlusion rapide de toute la feuille ? Ce sont des questions qui ne sauraient guère être résolues que dans le pays d'origine de la plante.

La structure des glandes des feuilles de *Drosera* est parfaitement connue. J'ai étudié celle des glandes des sépales des *Drosera lunata, glanduligera* et *cistiflora.* Ces glandes sont fondamentalement les mêmes que celles des feuilles ; et l'on trouve entre les unes et les autres toutes les transitions. Mais celles des sépales n'ont plus les fonctions d'absorption dévolues aux premières et, en même temps qu'elles sont moins développées, leur structure change. Le faisceau si remarquable de la glande et du pédicelle disparaît ; et la glande, de même que son pédicelle, se trouve réduite à un petit nombre de cellules (*fig. 36, D. cistiflora).*

Le mode de ramification d'un certain nombre de *Drosera* exotiques est des plus curieux. Le *Drosera filicaulis*, par exemple, s'accroche aux plantes voisines, comme on le sait, par l'intermédiaire de ses longs pétioles plus ou moins recourbés. Examinons la disposition de ses feuilles. Vous en trouverez trois à chaque nœud ; et il semble que deux de ces feuilles soient à l'aisselle de la troisième. L'étude anatomique montre que ces deux feuilles surajoutées ont été produites par un rameau axillaire dont l'avortement est total. Mêmes faits chez les *D. sulphurea, Plancherii, macrantha, Menziesii,* etc. Le *D. auriculata* est un *D. filicaulis* dont l'axe situé entre les deux feuilles axillaires peut se développer, porter des feuilles et des fleurs. Les deux primefeuilles s'insèrent alors tout à fait à la base de ce rameau axillaire.

Le *Drosera gigantea* est le plus abondamment ramifié de tous. Son axe principal ne porte pas de feuilles véritables avec glandes capables de capturer des insectes. Il n'a que des écailles pointues à l'aisselle desquelles se forment des ramifications primaires qui, elles, supportent les vraies feuilles-pièges et ne produisent pas de ramifications secondaires. L'axe principal, d'une grosseur exceptionnelle chez les *Drosera,* atteint un demi-centimètre de diamètre. Il présente un anneau de faisceaux à section presque circulaire et qui, entourés de gros vaisseaux ponctués, ont tout à fait l'aspect de stèles.

B. — Drosophyllum pedatum.

On sait qu'il porte sur ses feuilles les deux espèces de glandes munies d'un faisceau vasculaire, que l'on trouve chez les *Drosera.* Darwin, parlant du *Drosophyllum,* dit : « On trouve sur les pédoncules et sur le calice de la fleur d'autres glandes ayant le même aspect général. » J'ai observé ces glandes au microscope pour savoir si la structure anatomique correspondait à l'aspect extérieur. Or, il n'en est rien. Les sépales, généralement bilobés à leur extré-

mité, ne portent qu'un très petit nombre de glandes dont les plus longues siègent à l'extrémité de l'organe. Dans celles-là on peut encore trouver un vaisseau dans le pédicelle de l'organe (*fig. 35*) ; mais le renflement sécréteur terminal qui, dans la feuille, contenait, sous les cellules sécrétrices, un paquet de courtes trachées, n'est plus représenté ici que par une seule cellule *x*, au-dessous de laquelle s'arrête le vaisseau *t*. Quant aux rares glandes qui bordent le reste du sépale, leur pédicelle n'est plus constitué que par une ou deux cellules *z* avec une seule utricule sphérique pour représenter la tête glanduleuse *(fig. 34)*. Et ces glandes si réduites sont bien, au fond, les mêmes que celles, si complexes, qui garnissent les feuilles, puisque, entre les unes et les autres, on trouve tous les intermédiaires. Les pétales, eux, n'ont pas trace de glandes.

C. — Byblis gigantea.

Ses glandes, qui capturent des insectes comme celles des *Drosera*, etc., ont été parfaitement décrites par Darwin. Nous nous bornons à faire remarquer ici qu'elles n'ont pas de faisceaux dans leur intérieur et sont des organes bien moins perfectionnés que celles des *Drosera* et *Drosophyllum*, quoique leur rôle soit le même. Elles représentent donc l'organe-piège à un degré d'évolution beaucoup moins avancé.

D. — Roridula dentata.

On sait que ses feuilles portent des glandes sécrétrices capitées, longuement pédicellées ; et d'autres plus petites, construites de la même façon. Ni les unes ni les autres ne contiennent ordinairement de vaisseaux, comme Darwin l'a fort bien reconnu. Cependant, en examinant les plus grosses d'entre elles, nous avons vu un ou deux vaisseaux se détacher des faisceaux de la feuille, se diriger du côté de la glande, s'arrêter généralement à sa base ; mais parfois y entrer sur une très faible longueur et se continuer dans le pédicelle et même dans la tête de la glande par une ou deux files d'éléments allongés *v (fig. 37)*, qui sont le vestige d'un faisceau. Cette description suffit pour démontrer que les poils-pièges du *Roridula* sont, au point de vue du perfectionnement organique, intermédiaires entre ceux du *Byblis* et ceux des *Drosophyllum* et *Drosera*.

E. — Aldrovandia vesiculosa.

Les quatre à six lanières insérées sur le sommet du pétiole de la feuille, sous le lobe terminal, rappelleraient tout à fait les fimbrilles des feuilles de *Parnassia*, si leur mode d'apparition n'était différent. Caspary, en effet, et j'ai vérifié son observation, les a vues naître de dehors en dedans, c'est-à-dire de bas en haut, tandis que les fimbrilles des *Parnassia* se forment de haut en bas.

M. O. LIGNIER

Professeur à l'Université de Caen.

SUR UNE CANNE POUR EXCURSIONS BOTANIQUES [579]

— Séance du 11 septembre —

Il est assez singulier que, tandis que des ustensiles d'excursions nombreux et variés ont été inventés pour favoriser et faciliter les recherches des zoologistes, des entomologistes et des géologues, on ne trouve dans les catalogues des fournisseurs pour naturalistes que peu d'appareils utiles aux botanistes. Quiconque a herborisé un peu soigneusement s'est certainement trouvé bien souvent arrêté par des difficultés contre lesquelles il a dû lutter avec de grands efforts alors cependant que, dans l'immense majorité des cas, des instruments convenables lui eussent considérablement facilité la besogne. Par exemple, qu'un botaniste rencontre à quelque distance de lui, à la surface de l'eau, des algues qu'il voudrait recueillir et examiner de près, il ne pourra le plus souvent, s'en emparer qu'après de nombreux et longs essais et avec beaucoup de perte de temps, soit en coupant des branches de saule ou d'un autre arbuste, soit en entrant dans la rivière ou dans l'étang s'ils sont peu profonds, soit enfin en allant chercher un bateau lorsque cela est possible. Veut-il recueillir et examiner des plantes qui croissent au fond de l'eau, dans la vase, il rencontre des difficultés analogues. Mais ce n'est pas seulement l'eau qui peut ainsi gêner ses recherches, quelquefois même les arrêter en lassant ses efforts ; bien souvent les fleurs ou les parties de plantes dont il a besoin soit pour sa détermination, soit pour ses herbiers, se trouvent dans l'air hors de portée de sa main. Les moyens auxquels il doit alors avoir recours pour se procurer l'échantillon objet de ses désirs, sont en général brutaux et incertains ; non seulement ils sont plutôt du domaine de la déprédation que de la cueillette et peuvent par suite n'être pas sans inconvénients pour le botaniste lui-même, mais encore ils risquent d'abîmer les échantillons si même ils permettent de les atteindre. Pour toutes ces raisons j'ai pensé qu'il n'était pas inutile de décrire ici rapidement un instrument dont je me sers depuis une dizaine d'années déjà et qui m'a rendu les plus grands services toutes les fois que j'allais herboriser soit dans les bois, soit dans les marais ou, d'une façon générale, dans des régions à plantes aquatiques.

Cet instrument se compose essentiellement d'une canne à pêche à l'extrémité de laquelle peuvent s'adapter divers appareils.

Il s'agit ici d'une *canne à pêche* démontable et par suite facilement transportable. La principale qualité de cette canne doit être la solidité. Sa longueur peut, bien entendu, être variable ; mais l'usage m'a fait reconnaître qu'il valait mieux employer une canne de cinq pièces, d'autant plus que, dans aucun cas, la dernière pièce, trop fine et trop flexible, ne peut être

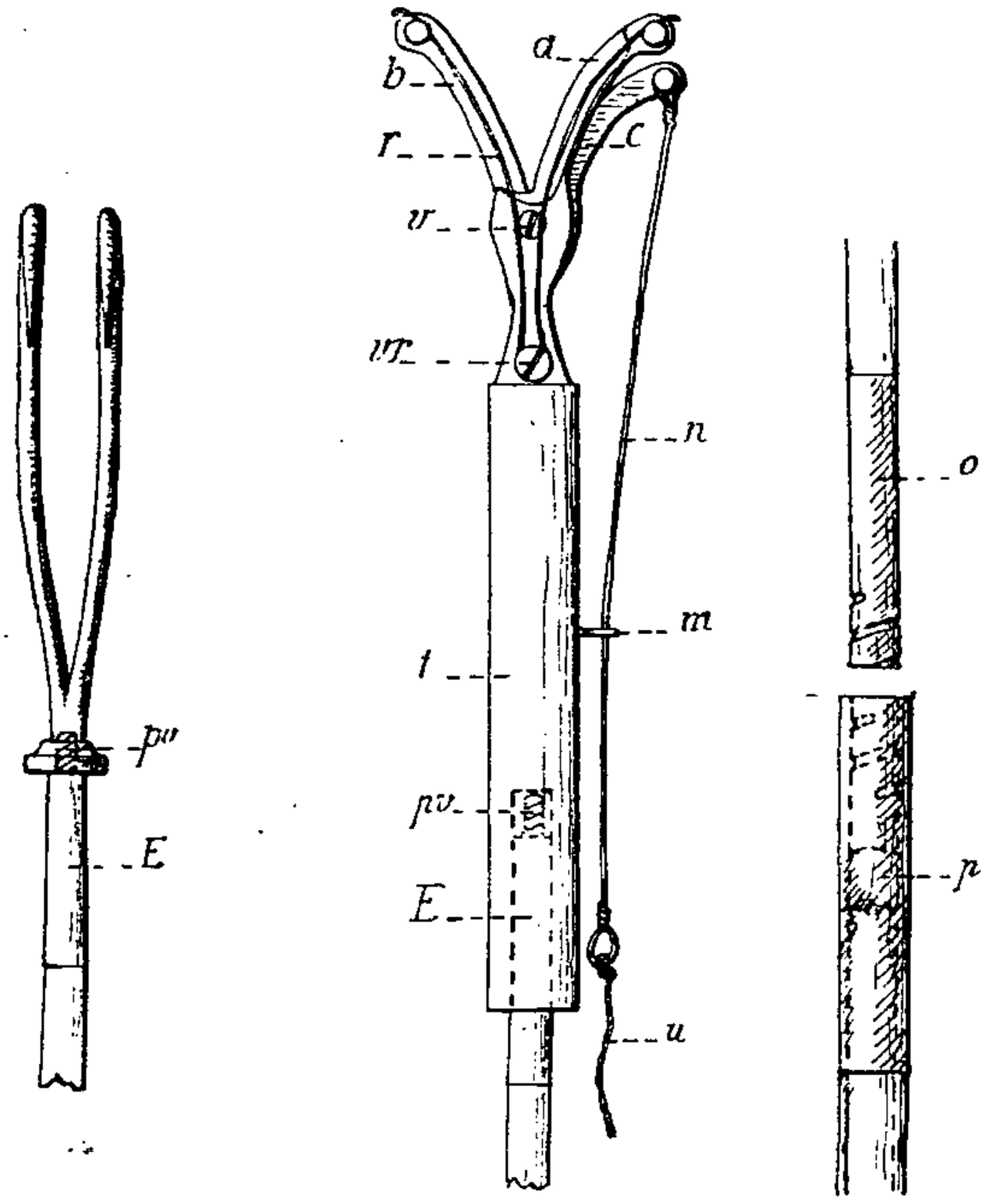


FIG. 1. — *A*, Extrémités correspondantes de deux tronçons d'une canne à pêche : *o*, douille inférieure du tronçon supérieur ; *p*, douille supérieure du tronçon inférieur, la douille *p*, porte intérieurement une crête hélicoïdale qui correspond exactement à une rainure extérieure de la douille *o*. — *B*, crochet à deux branches, vissé sur la douille terminale *E* de la canne ; *pv*, vis. — *C*, échenilloir monté sur la même douille terminale *E* ; *t*, manche ; *a*, branche fixe des ciseaux ; *b*, branche mobile ; *v*, vis axiale de la branche mobile ; *c*, talon de la branche mobile ; *n*, fil de fer actionnant ce talon *m*, anneau dans lequel passe le fil de fer ; *u*, ficelle attachée à l'extrémité du fil de fer ; *r*, ressort en V, fixé par la vis *vr*.

utilisée. Un tel instrument, lorsqu'il est entièrement monté, a environ 3^{m},50 de long ; grâce à l'allongement du bras il pourra donc porter à 4 mètres l'un des appareils terminaux dont il va être question plus loin ; grâce à lui c'est donc jusqu'à 4 mètres de distance que le botaniste pourra faire ses prises.

Les montures qui permettent d'adapter les tronçons les uns sur les autres ne peuvent être simples, c'est-à-dire de telle nature que les douilles

s'emboîtent simplement les unes dans les autres comme cela se fait pour la majorité des cannes à pêche. Nous verrons en effet que, dans certains cas, l'appareil terminal sera un crochet destiné à arracher des plantes et que, par suite, notre canne devra supporter un effort de traction longitudinale ; il est donc indispensable que le mode de jonction de ses tronçons soit tel qu'il puisse résister à cet effort de traction. Lorsque j'eus à faire construire ma première canne de botanique, je songeai à fixer les tronçons les uns sur les autres par un pas de vis ordinaire ; mais j'y renonçai bientôt, ce pas de vis étant d'un emploi un peu délicat et surtout susceptible de s'user vite. Je pensai alors soit à la monture baïonnette, soit à la monture à rainure hélicoïdale, qui toutes deux sont commodes et d'un emploi rapide. Toutefois cette dernière me parut présenter quelques avantages de solidité et c'est en sa faveur que je me décidai. Les quatre tronçons de la canne que je vous présente, se fixent donc les uns sur les autres au moyen d'une monture à rainure en hélice, *(fig. 1, A)*. Le dernier, le plus petit, se termine par une douille portant un pas de vis ; c'est sur cette douille ou sur ce pas de vis, *(fig. 1, B* et *C)* que seront montés les divers appareils terminaux, c'est-à-dire un *crochet*, une *écumoire* et un *échenilloir*.

Le crochet est en fer ; il se visse directement sur l'extrémité de la canne, *(fig. 1, B)*. Celui que je présente n'a que deux branches mais on pourrait évidemment lui en donner quatre, ce qui aurait quelques avantages sérieux. Toutefois, les conditions dans lesquelles il doit, ainsi que je le montrerai tout à l'heure, être fixé sur l'extrémité de la boîte de botanique pendant les périodes de repos, font que, quel que soit le nombre de ses dents, celles-ci devront toujours présenter une courbure assez étroite, *(fig. 2, A)*. Le crochet est l'instrument le plus fréquemment utilisé : il sert à aller chercher dans l'eau les plantes qui s'y trouvent nageantes ou envasées, à abaisser les branches d'arbres jusqu'à portée de la main, etc.

L'écumoire, *(fig. 2, A* et *B)*, a la forme d'une large cuiller en zinc dont le fond serait percé de trous ; elle est fixée, comme le crochet et au moyen d'un court talon en fer ou en cuivre, sur la vis terminale, *pv*, de la canne. Cet appareil sert surtout à la récolte des algues aquatiques ou, en général, à la récolte des objets de petite taille qui flottent à la surface de l'eau. Les trous du fond, établis pour permettre à l'eau de s'échapper, ne doivent pas être trop larges afin de ne pas laisser fuir, en même temps, les objets à recueillir. A l'occasion, cette passoire peut servir de cuiller, à la condition d'y coller dans le fond un peu de papier mouillé.

On trouve dans le commerce plusieurs sortes d'échenilloirs ; celui que j'ai préféré a été choisi uniquement parce qu'il était de petite taille, par suite facilement portatif et peu pesant à l'extrémité de la canne déployée. C'est à proprement parler une sorte de paire de ciseaux à branches écartées en V, qui est fixée à l'extrémité d'un manche court *t*, *(fig. 1, C)*, lui-même recou-

vert d'une douille en cuivre. L'une des branches *a* des ciseaux est tranchante et fixe à l'extrémité du manche, l'autre, *b*, pivote autour d'une vis *v*. La branche mobile *b* se prolonge, inférieurement à la vis, par un long talon *c*, qui, recourbé vers le haut, forme avec la branche *b* un V rigide. A l'extrémité du talon se trouve un bouton sur lequel s'insère un fil de fer *n* qui, passant dans un anneau *m*, vient se terminer par une boucle contre l'extrémité inférieure du manche. Une traction exercée sur la boucle du fil de

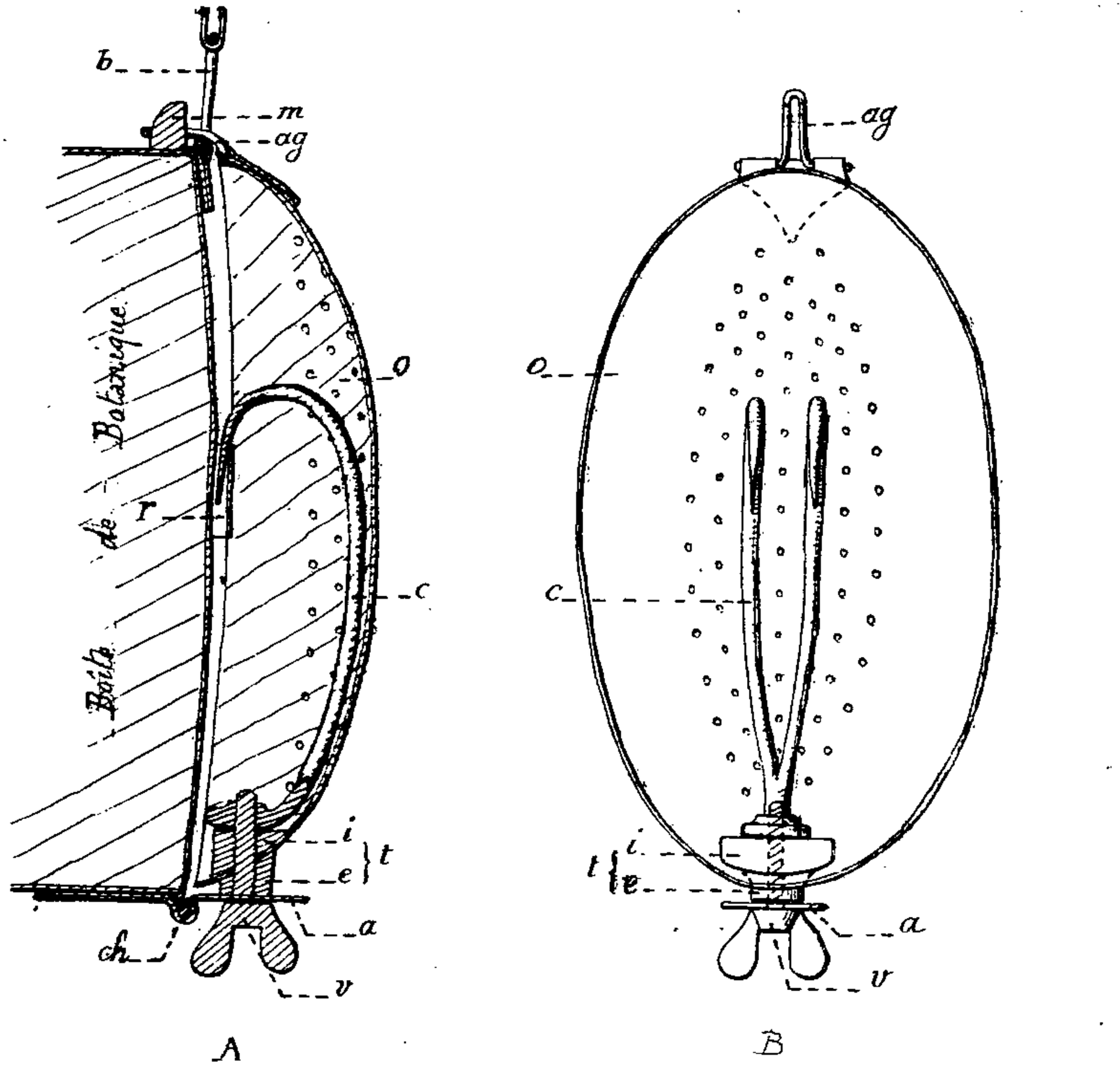


FIG. 2. — *A*, Section longitudinale de l'extrémité de la boîte de botanique ; *ch*, charnière sur laquelle s'insère une lame de zinc *a* ; *v*, vis à tête ailée qui après avoir traversé la plaque de zinc *a*, se visse dans le talon *t* de l'écumoire *o* et dans la base du crochet *c* ; *i* et *e* parties intérieure et extérieure du talon *t* ; *r*, rainures dans lesquelles pénètrent les dents du crochet ; *b*, boucle en fil de fer sur laquelle s'attache la courroie de la boîte de botanique ; *m*, taquet soudé à la boîte sur lequel vient s'attacher l'agrafe à charnière *ag*. — *B*, crochet et écumoire, vus par leur face intérieure ; mêmes lettres que pour *A*.

fer, fait abaisser le talon *c* et amène, par suite, la branche *b* des ciseaux sur le fil de la branche *a*, en comprimant et sectionnant ce qui se trouve compris entre elles deux. D'autre part, un ressort en V, *r*, qui est fixé par son angle inférieur sur une vis *vr*, tend toujours à écarter l'une de l'autre les deux branches *a* et *b* des ciseaux ; il agit donc dans ce sens, dès que la traction exercée sur le fil de fer *n* vient à cesser, et il ramène la branche *b* dans sa position primitive.

Cet échenilloir aurait pu, de même que le crochet et l'écumoire, être vissé sur l'extrémité de la canne. Cependant pour des raisons trop longues à indiquer ici et d'ailleurs en dehors du sujet, j'ai cru devoir le faire fixer autrement. L'extrémité inférieure du manche a été évidée en *E*, de manière que l'extrémité supérieure du dernier tronçon de la canne put y être introduite en forçant légèrement.

Pour se servir de cet instrument ainsi monté, il suffit d'introduire le rameau à couper dans le V formé par les branches des ciseaux en pressant légèrement dessus pour le maintenir dans l'angle de ce V, puis d'exercer une petite traction brusque sur une ficelle *u* dont l'extrémité inférieure arrive au niveau inférieur de la canne déployée, tandis que son extrémité supérieure est fixée sur la boucle inférieure du fil de fer *n*.

Dans les descriptions précédentes j'ai montré le crochet, l'écumoire et l'échenilloir montés successivement à l'extrémité de la canne déployée et fait voir la manière de s'en servir. Il me reste maintenant à indiquer de quelle façon ces trois instruments peuvent être mis au repos.

L'échenilloir, la ficelle roulée autour de son manche, est placé dans une gaine en cuir et pendu à la ceinture à côté du déplantoir. Le crochet et l'écumoire sont fixés de la façon suivante à l'extrémité de la boîte de botanique *(fig. 2)*. Dans ce but, cette extrémité a subi quelques adjonctions : contre son bord inférieur se trouve une lame *a* de zinc épais, percée d'un trou en son milieu et mobile sur une charnière *ch*, qui est elle-même soudée sur la boîte. Une vis à tête ailée *v*, dont le pas est identique à celui de la vis terminale de la canne, mais qui est beaucoup plus longue et peut par suite se visser en même temps dans le talon *t* de la passoire qu'elle traverse de part en part et dans la base du crochet, sert à fixer ces deux instruments sur la lame de zinc *a*. Grâce à la charnière *ch*, le tout peut être alors rabattu contre l'extrémité de la boîte. C'est alors qu'intervient une agrafe à charnière *ag*, dont je n'ai pas encore parlé et qui, soudée à l'extrémité de l'écumoire, vient se rabattre et se fixer sur le taquet *m* soudé contre le bord supérieur de la boîte. Dès lors le crochet et l'écumoire sont rendus complètement fixes. Notons cependant que pour permettre le jeu de l'agrafe, il m'a fallu modifier la boucle en fil de fer sur laquelle s'attache la courroie de la boîte ; cette boucle *b*, d'ordinaire très aplatie, doit en effet être très allongée, puisque c'est à son intérieur que manœuvre l'agrafe.

Si le crochet et l'écumoire devaient toujours être rattachés ensemble à la boîte, les dispositions que je viens de décrire suffiraient amplement, mais il m'a fallu prévoir le cas où l'on utiliserait seulement l'écumoire et où par suite le crochet devrait rester seul attaché. Pour cela j'ai fait adapter au milieu de l'extrémité de la boîte, à distance convenable de la charnière inférieure, deux petites rainures *r* dans lesquelles peuvent pénétrer et se

fixer les deux dents du crochet. De cette façon si, après avoir détaché la passoire, on veut remettre le crochet seul en place, il suffit d'entrer ses dents dans les rainures et de fixer ensuite sa base par la vis à tête ailée *v*. Il y a d'ailleurs avantage à agir toujours ainsi, alors même que le crochet doit être recouvert par l'écumoire.

En résumé, l'instrument que je vous soumets aujourd'hui se compose d'un crochet, d'une écumoire et d'un échenilloir capables de se monter à l'extrémité d'une canne à pêche et permettant ainsi au botaniste de recueillir des échantillons à environ 4 mètres de distance. En outre tous ces instruments sont disposés de telle façon qu'ils n'encombrent ni la marche ni l'action de celui qui les porte et qu'ils sont en outre d'un poids relativement léger.

M. F. JADIN

Professeur à l'École de Pharmacie de Montpellier.

ESSAI DE CLASSIFICATION DES SIMARUBACÉES BASÉE SUR LES CARACTÈRES ANATOMIQUES [583.241 : 580.1]

— *Séance du 11 septembre* —

Considérées longtemps comme une tribu des Rutacées, de Candolle fixe le premier les caractères des Simarubacées. Cette famille ne fut tout d'abord composée que de quelques genres : *Simaba* Aubl., *Quassia* L., *Simaruba* Aubl., et *Samadera* Gærtn ; ce ne fut qu'en 1846 que J.-E. Planchon, reprenant l'étude de ce groupe, éleva le nombre des genres à 17. — Plus tard Bentham et Hooker y introduisirent de nouvelles plantes et la famille comprit alors 33 genres. Depuis lors les travaux de Baillon, d'Engler, de Blenk, de van Tieghem, de Radlkofer et de Pierre, modifièrent la composition de ce groupe et dans le Pflanzen-familien de MM. Engler et Prantl, les Simarubacées comprennent 28 genres.

Presque tous les auteurs qui s'étaient occupés de ces plantes avaient pris, comme base d'étude, la morphologie externe ; un seul point de morphologie interne était bien établi : l'absence de glandes sécrétrices dans la feuille des plantes comprises dans cette famille. D'autre part, M. van Tieghem avait montré que la tige de ces plantes était tantôt pourvue, tantôt dépourvue de canaux sécréteurs.

Il m'a donc semblé qu'une étude de morphologie interne comparée pouvait être entreprise avec succès et devait donner quelques résultats intéressants.

L'Association partagea ma manière de voir, puisqu'elle eut la bonté de m'accorder une subvention pour aider mes recherches et me permettre de les poursuivre dans les grands herbiers d'Angleterre. Qu'elle reçoive ici l'assurance de ma profonde reconnaissance.

Mes observations ont été poursuivies sur 109 espèces réparties en 28 genres (la famille compte 138 espèces réparties en 28 genres), et les principaux résultats obtenus sont les suivants :

Tige. — La tige des Simarubacées est souvent recouverte extérieurement par des poils droits, rigides, unicellulaires ou pluricellulaires. Dans ce dernier cas, les cellules sont unisériées. Ces poils sont insérés dans l'épiderme par un pied élargi et à parois épaisses. Dans le *Suriana*, à côté de ces poils on trouve des poils capités.

Le liège naît partout de l'assise sous-épidermique. L'écorce débute presque toujours par des assises collenchymateuses ; les cellules sont généralement arrondies, très rarement rectangulaires. Elles contiennent souvent des cristaux ou des macles d'oxalate de calcium. Assez souvent on rencontre des cellules scléreuses isolées ou groupées par trois ou quatre dans la zone corticale externe. Dans quelques cas l'épaississement de ces cellules scléreuses se fait irrégulièrement ; elles se lignifient et s'épaississent sur la paroi interne et sur les parois latérales, la paroi externe restant cellulosique et mince ; de sorte que sur une coupe transversale ou longitudinale, on observe un épaississement qui a plus ou moins la forme d'un croissant *(Castela)*. L'écorce externe est presque toujours nettement séparée de l'écorce interne par une zone de cellules écrasées. L'écorce interne est formée de cellules plus grandes que celles de l'écorce externe, allongées dans le sens tangentiel, et à parois minces ; elles contiennent souvent aussi des macles ou des cristaux d'oxalate de calcium. Cette écorce interne est composée d'un plus petit nombre d'assises cellulaires que l'écorce externe.

Dans deux genres, *Harrisonia* et *Picrella*, on observe quelques cellules corticales contenant de l'oléorésine. L'écorce des *Picramnia* présente des cellules corticales d'égale valeur. Chez les *Irvingia*, *Klainedoxa* et *Picrodendron*, l'écorce possède de grandes cellules à contenu mucilagineux.

La tige du genre *Holacantha* ne peut être comprise dans la description générale que nous venons de donner. L'épiderme est pourvu d'une cuticule très épaisse; au-dessous des cellules épidermiques il y a plusieurs rangées de cellules subérifiées : puis immédiatement au-dessous on voit de distance en distance des amas fibreux et entre ces amas fibreux un tissu assimilateur bien développé ; à la place de l'écorce interne on trouve une zone de grandes cellules dont le contour nous a paru mucilagineux, puis quelques cellules riches en amidon précédant le liber.

Chez toutes les autres Simarubacées, le péricycle est composé de plusieurs assises de cellules. Les assises externes sont toujours, en tout ou en partie, constituées par des cellules de protection. Ordinairement on observe deux à trois assises de fibres ; ces fibres forment des amas interrompus plus ou moins largement en face des rayons médullaires. Quelquefois les amas de fibres sont

assez rapprochés les uns des autres pour constituer un cercle continu, ailleurs ce sont des cellules scléreuses qui réunissent entre eux les amas de fibres péricycliques.

Les *Irvingia* et *Klainedoxa*, ont un péricycle formé d'amas fibreux, mais on y observe presque toujours une assise de cellules scléreuses passant extérieurement aux amas fibreux et les reliant entre eux.

Le liber est formé de cellules parenchymateuses et de cellules criblées. On y observe des cristaux et des macles d'oxalate de calcium. Souvent il y a des amas fibreux dans le liber. Ces fibres forment quelquefois un anneau interrompu de place en place, ailleurs les fibres sont placées sans ordre dans le liber. Enfin dans certains genres (*Cadellia*, *Hyptiandra* et *Kirkia*) le liber est divisé en compartiments libériens qui viennent s'appuyer extérieurement sur les amas de fibres péricycliques, chacun des compartiments libériens étant nettement séparé par les rayons médullaires qui s'évasent vers la périphérie.

Le bois est composé de parenchyme ligneux à parois assez épaisses et lignifiées de bonne heure. Autour des vaisseaux primaires, on remarque presque partout, un tissu parenchymateux qui reste cellulosique et qui souvent se déchire sous le rasoir. Les vaisseaux du bois sont plus ou moins nombreux et plus ou moins larges.

Chez les Simarubacées qui croissent dans les contrées désertiques, *Castela*, *Holacantha*, on observe un bois riche en fibres. La même observation se fait dans les *Cadellia*, plantes australiennes, et dans les *Irvingia*, *Klainedoxa* et *Picrodendron*. Dans ces trois derniers genres on voit de l'oléorésine dans les vaisseaux situés vers le centre de la tige ; ce fait s'observe aussi quelquefois chez d'autres plantes et alors même qu'il y a des canaux sécréteurs médullaires.

Les rayons médullaires sont unisériés ; ils se poursuivent unisériés dans le liber jusqu'au péricycle, sauf dans les *Cadellia*, *Hyptiandra* et *Kirkia*, chez lesquels les rayons médullaires s'élargissent à la périphérie du liber en circonscrivant des amas du tissu libérien.

La moelle se lignifie de bonne heure à sa périphérie, englobant, là où ils existent, les canaux sécréteurs périmédullaires ; au centre, elle se lignifie aussi, mais plus tardivement. Les cellules sont uniformes sauf dans les *Harrisonnia* où les cellules sont hétérogènes ; de grandes cellules entourant une petite cellule arrondie.

Les canaux sécréteurs périmédullaires sont présents chez *Simaruba*, *Simaba*, *Oldyendea*, *Hannoa*, *Eurycoma*, *Brucea*, *Picrasma*, *Picrolemma*, *Ailanthus*, *Soulamea*, *Picrocardia*, *Amaroria*. La présence de ces canaux n'est pas constante dans toutes les espèces de *Simaba* (sur 20 espèces étudiées, 6 en étaient dépourvues : *S. cuspidata*, *crustacea*, *fœtida*, *Guyanensis*, *nigrescens* et *salubris*). Dans ce cas, on observe de l'oléorésine dans les vaisseaux du bois.

On rencontre une moelle lacuneuse et à cellules mucilagineuses chez *Irvingia*, *Klainedoxa* et *Picrodendron*.

Pétiole. — Le pétiole a une structure assez constante chez les Simarubacées, et rappelant celle de la tige.

Il prend trois faisceaux à la tige (sauf le *Suriana* qui n'en prend qu'un). — Le faisceau libero-ligneux forme un cercle concentrique complet qui entoure une moelle dans laquelle on observe un ou plusieurs petits faisceaux libero-ligneux inclus dans le faisceau principal. Le faisceau libero-ligneux reste concentrique,

mais il n'y a pas de faisceau inclus dans *Picrammia* et *Alvaradoa*. Ce faisceau reste ouvert dans *Suriana*.

Dans les *Samadera*, on observe un fait assez intéressant : le faisceau libero-ligneux forme dans le pétiole un cercle concentrique, puis du côté supérieur il se produit une invagination en doigt de gant du cylindre central ; le péricycle est entraîné dans cette invagination, de telle sorte qu'il se forme bientôt une anse interne contenant au centre quelques fibres du péricycle, entouré de liber, et périphériquement un cercle ligneux. La partie invaginée pénètre dans la moelle, et finalement on trouve un faisceau libero-ligneux normal externe, enfermant dans la partie médullaire un ou plusieurs faisceaux libero-ligneux dans lesquels on observe quelques fibres péricycliques centrales entourées par un liber concentrique, entouré lui-même par un cercle ligneux périphérique.

Dans les *Irvingia*, *Klainedoxa* et *Picrodendron*, l'écorce du pétiole contient de grandes cellules mucilagineuses et au centre, dans la moelle, on remarque une lacune à contenu mucilagineux.

Feuille. — La feuille porte souvent des poils, surtout à la face inférieure ; ordinairement ces poils sont sur les nervures.

Les stomates sont entourés de 4, 5 ou 6 cellules de bordure ; ces stomates ne sont situés que sur la face inférieure ; sauf chez *Suriana*.

Dans les *Irvingia*, *Klainedoxa* et *Picrodendron*, il y a 4 cellules de bordure, 2 placées latéralement semblent doubler les cellules formant les lèvres du stomate, et 2 sont placées aux deux extrémités de l'ostiole.

Les parois des cellules épidermiques, vues de face, sont ordinairement rectilignes, rarement ondulées. Il y a quelquefois dans les différentes espèces d'un même genre, des parois rectilignes et des parois ondulées *(Simaba)*. Il faut aussi signaler un certain nombre de cellules épidermiques de la face inférieure dont la paroi externe forme des papilles *(Simaruba, Oldyendea, Eurycoma)* ; il arrive quelquefois que l'on rencontre dans un même genre des espèces avec des cellules à papilles et des espèces n'en possédant pas *(Ailanthus, Kirkia)*.

Il y quelquefois un hypoderme à la face supérieure *(Oldyendea, Hannoa, Castela, Picrocardia, Soulamea, Amaroria)*. — Chez *Castela*, l'hypoderme existe sur les deux faces.

Le tissu assimilateur est composé d'une ou de deux rangées de cellules en palissade. Ces cellules sont souvent interrompues par une cellule plus large, dans laquelle se remarque une grosse macle d'oxalate de calcium *(Brucea)* ou un contenu oléo-résineux *(Ailanthus)*.

Les macles d'oxalate sont plus particulièrement situées autour des faisceaux libero-ligneux constituant les nervures du limbe. Les cellules en palissade ont quelquefois leurs parois latérales ondulées et chez les *Simaba* on voit ces cellules se réduire considérablement dans le sens de leur longueur et devenir presque rectangulaires. Le tissu lacuneux est souvent formé de cellules ramifiées, c'est la règle dans les feuilles où existent les sclérites. Dans un cas le tissu lacuneux manque presque complètement (*Ailanthus excelsa*). Le tissu palissadique n'existe que sur la face supérieure, sauf dans *Suriana*, où il existe sur les deux faces.

Les sclérites existent souvent dans les feuilles : *Mannia, Hyptiandra, Simaruba, Simaba, Oldyendea, Quassia, Hannoa, Eurycoma.* Chez les *Castela*, on trouve de loin en loin une cellule de même longueur que les cellules palissadiques et pourvue de cloisons épaisses et lignifiées. Les sclérites sont tantôt ramifiés

(*Mannia, Simaruba, Oldyendea, Hannoa*), tantôt droits et plus ou moins flexueux (*Quassia, Hyptiandra, Simaba, Eurycoma*). Dans le premier cas ils s'appuient sur les épidermes supérieur et inférieur ; dans le second cas, ils courent parallèlement à la surface de la feuille.

Chez *Irvingia, Klainedoxa, Picrodendron*, les nervures de la feuille sont constituées par des faisceaux libero-ligneux protégés par un épais tissu fibreux ; ce tissu de protection s'appuie directement sur les épidermes supérieur et inférieur, interrompant les tissus palissadique et lacuneux.

Conclusions : De ces observations il résulte que la famille des Simarubacées peut être tout d'abord divisé en deux sous-familles, les Simarubées vraies et les Irvingiées.

Que le genre *Suriana*, par divers caractères, mérite d'être exclu de la famille, et doit très vraisemblablement constituer une petite famille entre les Biebersteiniées et les Simarubacées. — Enfin que le genre *Holacantha*, ne présente pas du tout les caractères des Simarubacées, et que d'autre part les caractères tirés de la morphologie externe ne les rapprochent pas non plus de ces plantes ; donc le genre *Holacantha*, constitue à lui seul, la famille des Holacanthacées dont les affinités restent à trouver.

Remarque sur le genre *Picrocardia*. — Le genre Picrocardia a été créé par M. Radlkofer de Munich pour une plante de la Nouvelle-Calédonie, que l'auteur reconnaît lui-même comme très voisine des *Soulamea*. Mais des comparaisons et des recherches que j'ai pu faire, il résulte que les caractères anatomiques du *Picrocardia* sont identiques à ceux des différents *Soulamea* étudiés par moi. Nous devons rappeler d'autre part que le *S. Muelleri* que nous avons vu au Museum porte l'indication suivante ; « Ile de Taulé, Deplanche n° 278 (1861-67) ». Or cette indication est donnée justement par M. Radlkofer comme étant celle d'un des échantillons qui lui a servi à décrire le genre *Picrocardia*. Au point de vue anatomique, le *S. Muelleri* présente des caractères identiques à ceux des *Soulamea*.

Brongniart et Gris ont décrit le *S. Muelleri (Annales des Sc. naturelles. Bot.*, 5e sér., t. III, p. 231) sur un échantillon qui n'est pas celui de Deplanche ; mais la plante étiquetée *S. Muelleri*, que j'ai pu voir au Museum, correspond bien à la description donnée par les auteurs précités. D'autre part, le n° 196 de Pancher, qui est cité par M. Radlkofer comme étant le *Picrocardia resinosa*, ne m'a pas paru identique au *S. Muelleri* du Muscum, qui porte comme double indication : « n° 2416, Vieillard. Ile de Taulé. Deplanche, n° 278 ». Mais dans les herbiers du British Museum, j'ai retrouvé le *S. Muelleri* Brongniart et Gris, portant simplement comme indication le n° 2416, ce qui semble bien identifier la provenance des deux échantillons conservés, l'un dans l'herbier de Paris, l'autre dans l'herbier de Londres.

Du reste, les caractères différentiels admis par Radlkofer et Engler, pour caractériser ces deux genres, sont tirés de la feuille et du nombre des pièces composant chaque cycle floral. La feuille des *Soulamea* est donnée comme entière non seulement par Engler, mais aussi par Bentham et Hooker ; cependant, d'autre part, Baillon dit textuellement : « Les feuilles sont simples ou composées pennées ».

Nous avons vu à Kew le *S. terminalioïdes* Baker, avec des feuilles simples, mais nous y avons vu aussi le *S. elegans* Vieill. avec des feuilles composées. De même, au British Museum, nous avons vu le *S. tomentosa* Brong. et Gris avec des feuilles composées, tandis que le *S. Pancheri* Brong. et Gris est à feuilles simples. En définitive, les *S. amara, elegans, terminalioïdes* et *Pancheri* ont des feuilles simples, tandis que les *S. tomentosa, Muelleri, fraxinifolia* et *trifoliata* ont des feuilles composées. Enfin, nous avons rencontré au Museum un échantillon de Pancher, portant le n° 196 (numéro cité par Radlkofer comme étant son *Picrocardia resinosa*), avec une branche qui montre des feuilles simples et des feuilles composées. Nous avons donné ailleurs (1) une reproduction photographique de cet exemplaire. Ces observations démontrent bien que le caractère tiré des feuilles ne peut avoir aucune valeur.

Le caractère tiré du nombre des pièces des cycles floraux ne permet pas davantage de différencier les deux genres. Les *S. amara, fraxinifolia, cardioptera, trifoliata*, ont des fleurs trimères, tandis que les *S. Pancheri* et *tomentosa* ont des fleurs tétramères ; enfin, le *S. Muelleri* a des fleurs tétramères ou pentamères ; cependant, le *S. Pancheri* a des feuilles simples, tandis que le *S. tomentosa* a des feuilles composées.

Si nous rappelons qu'au point de vue anatomique, nous n'avons pas trouvé de caractères différentiels entre ces deux genres, nous pensons pouvoir conclure que le genre *Picrocardia* doit rentrer dans le genre *Soulamea* et correspond très vraisemblablement au *S. Muelleri* Brong. et Gris.

J'ajouterai qu'au point de vue anatomique, la feuille se caractérise par un hypoderme plus ou moins différencié à la face supérieure et par la présence de gouttelettes réfringentes dans les cellules palissadiques courtes et disposées en plusieurs assises.

De cette étude comparative, il résulte que les vingt-huit genres admis par MM. Engler et Prantl peuvent, au point de vue anatomique, se grouper de la manière suivante :

(1) *Ann. Sc. nat. Bot.*, 8e sér., t. XIII, planche I.

FAMILLE DES SIMARUBACÉES

A. — **Simarubées.**

Pas de cellules mucilagineuses dans l'écorce et dans la moelle. Fibres péricycliques bien développées. Souvent présence de canaux sécréteurs périmédullaires dans la tige et de sclérites dans la feuille.

a) Simarubées vraies : Pétiole prenant trois faisceaux à la tige ; ces faisceaux forment un cercle à l'intérieur duquel sont inclus un ou plusieurs faisceaux libero-ligneux.

α) Oleorésine dans l'écorce et dans les vaisseaux du bois.	*Picrella.*
	Harrisonia.
β) Canaux sécréteurs périmédullaires ; pas de sclérites.	*Brucea.*
	Picrasma.
	Picrolemma.
	Ailanthus.
	Soulamea (incl. *Picrocardia*).
	Amaroria.
γ) Canaux sécréteurs périmédullaires et sclérites : 1° Sclérites ramifiés.	*Simaruba.*
	Oldyendea.
	Hannoa.
2° Sclérites droits.	*Eurycoma.*
	Simaba.
Pas de canaux sécréteurs, présence de sclérites : 1° Sclérites ramifiés	*Mannia.*
2° Sclérites droits	*Quassia.*
	Castela.
	Hyptiandra.
ε) Liber divisé, pas de canaux, pas de sclérites.	*Cadellia.*
	Kirkia.
b) Samaderées : Pas de canaux, pas de sclérites ; pétiole avec faisceaux libero-ligneux inclus invers.	*Samadera.*
c) Picramniées : Pas de canaux, pas de sclérites ; pétiole sans faisceaux libero-ligneux inclus. . .	*Picramnia.*
	Alvaradoa.

B. — **Irvingiées.**

Cellules mucilagineuses dans l'écorce et dans la moelle. Feuilles avec faisceaux libero-ligneux allant d'un épiderme à l'autre. Stomates avec quatre cellules de bordure disposées symétriquement.	*Irvingia.*
	Klainedoxa.
	Picrodendron.
Genre à exclure	*Suriana.*
	Holacantha.

M. le Dr C. GERBER

Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

VIRESCENCE DU *CENTAUREA CALCITRAPA* L [583.55]

— Séance du 11 septembre —

Pourrait-on croire, en examinant les trois rameaux photographiés ci-dessous, qu'ils appartiennent à une seule et même espèce de centaurée? Certes, non. Si, en effet, on reconnaît nettement dans la figure 1 *Centaurea calcitrapa* L. avec son port dégagé, ses feuilles supérieures peu nombreuses,

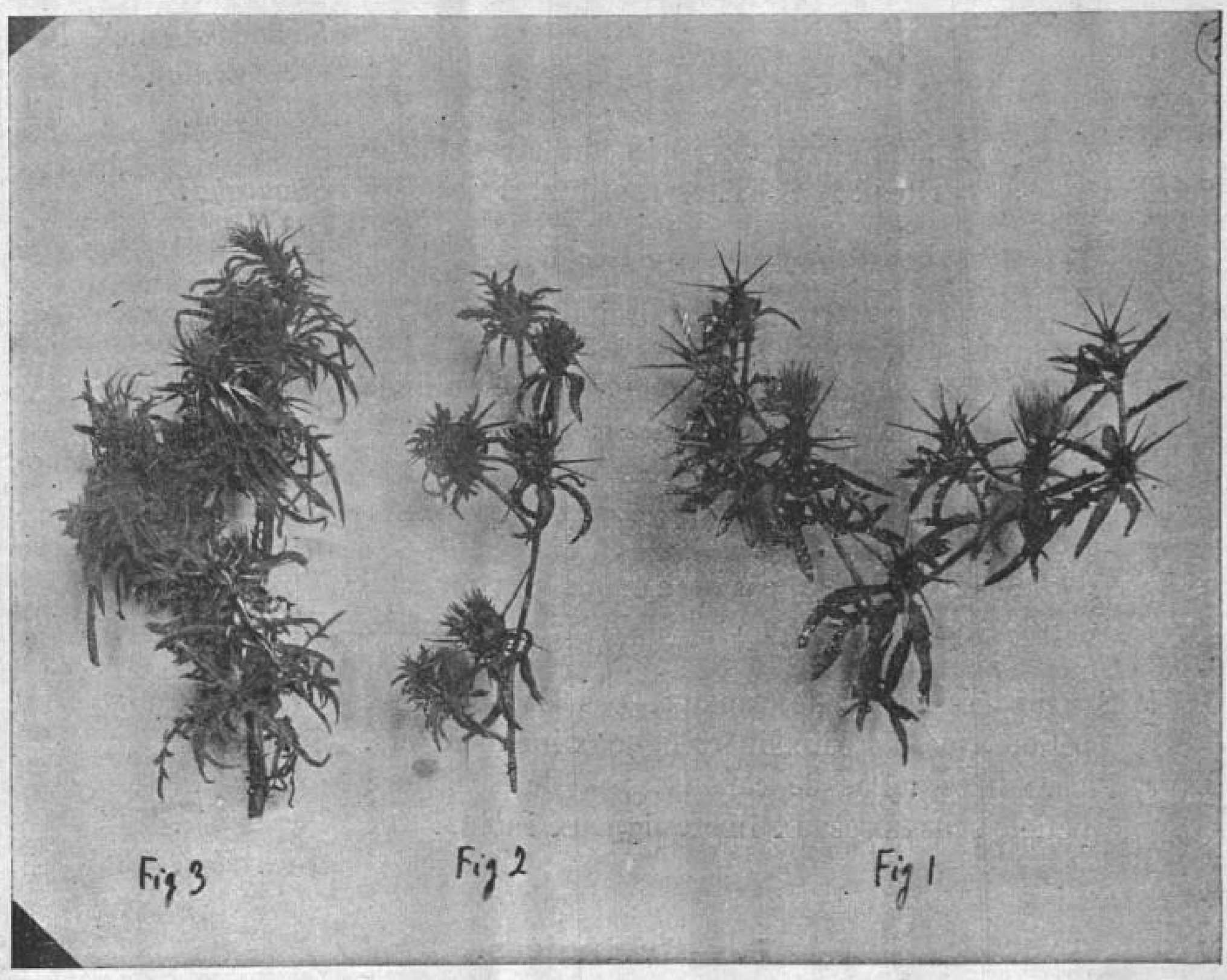


Fig. 1. — Branches normales de *Centaurea calcitrapa* L.
Fig. 2 et 3. — Branches virescentes de *Centaurea calcitrapa* L.

entières, linéaires, acuminées, ses capitules à longues épines vulnérantes, à fleurs purpurines, il n'en est pas de même pour la figure 3. Ici, la plante est extrêmement touffue. On ne voit que des feuilles, et celles-ci, bien que le rameau soit pris au haut d'une tige, sont larges, fortement découpées,

pennatipartites, au lieu d'être entières et linéaires. C'est à peine si, ça et là, émergent, du feuillage, quelques épines molles, peu vulnérantes, semblant indiquer l'existence de capitules; mais aucune corolle purpurine n'apparaît. Heureusement la figure 2, où se trouve représenté un rameau intermédiaire entre ceux des figures 1 et 3, nous permet de rattacher le type extrême dont nous venons de parler, à *Centaurea calcitrapa* L.

La plante 2 est, en effet, aussi dégagée que le type normal. Si elle possède des feuilles aussi découpées que le type 3, elle porte également des feuilles linéaires, entières, acuminées, comme le type 1 ; bien plus, ces dernières feuilles sont éparses sur la tige tout comme dans la plante de la photographie 1, tandis que les feuilles découpées sont groupées en petits bouquets qui émergent d'une sorte d'involucre formé d'écailles à épines moins molles, plus vulnérantes que celles du type 3 et se rapprochant par suite des épines de la Centaurée chausse-trape normale. L'absence complète de fleurs, dans ces bouquets de feuilles, plaide peu, il est vrai,

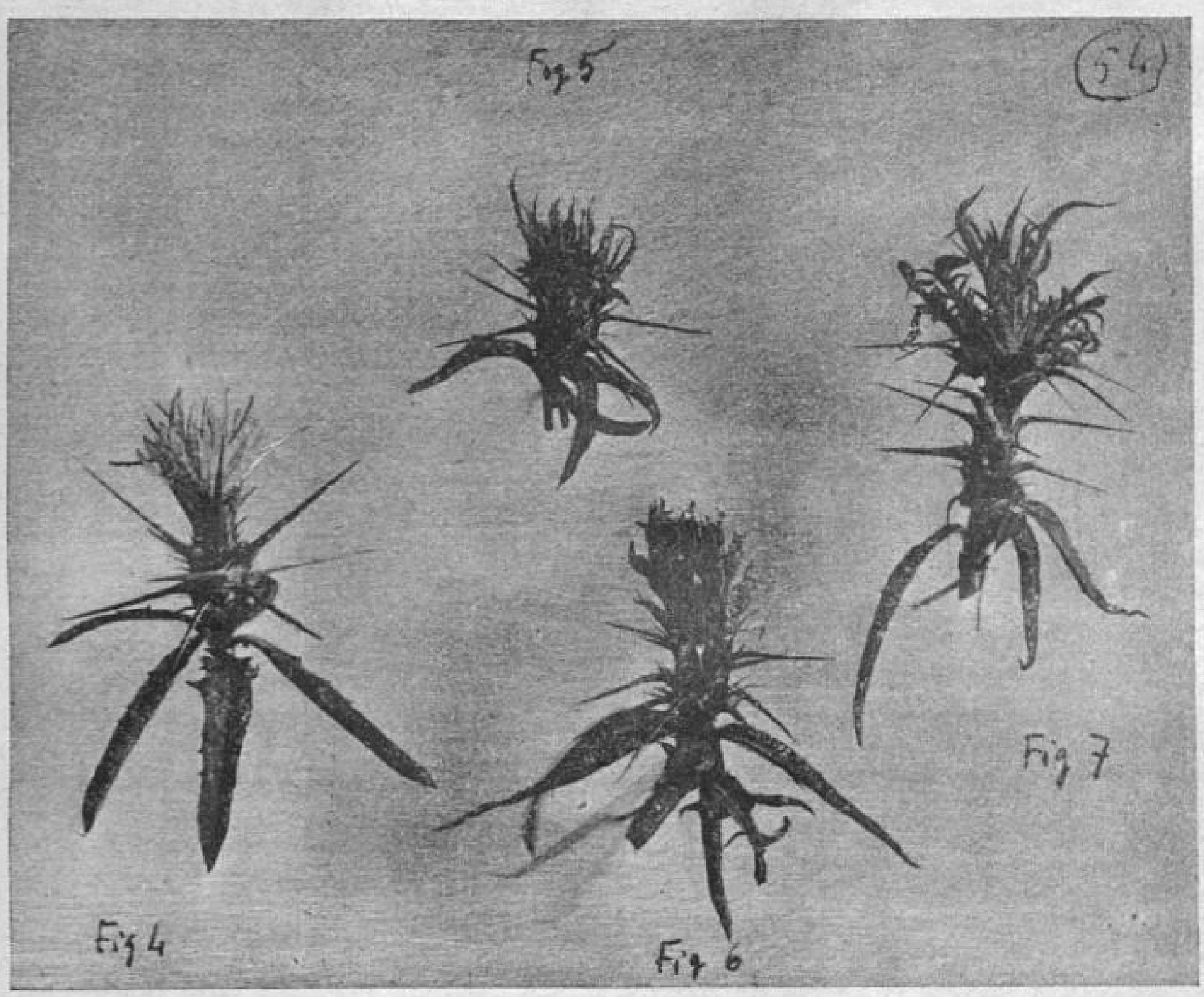


FIG. 4. — Capitule normal de *Centaurea calcitrapa* L.
FIG. 5, 6, 7. — Capitules anormaux de *Centaurea calcitrapa* L.

en faveur d'un capitule ; mais, à côté de ceux-ci, on en rencontre d'autres constitués par des organes verts, qui, bien que différents des fleurs ordinaires de *Centaurea calcitrapa* L., présentent cependant des étamines, et par suite, doivent être considérés comme des fleurs.

La description qui précède fait naître certainement, dans l'esprit du lecteur, l'idée de *virescence*. Nous sommes, en effet, en présence de cas intéressants de virescence de *Centaurea calcitrapa* L.

Les pieds anormaux auxquels nous avons emprunté les rameaux 2 et 3 se trouvent à Saint-Antoine et aux Aygalades, près de Marseille. Ils se distinguent de loin par leur aspect fortement touffu et vert.

Examinons de près les capitules, cause de cet aspect particulier.

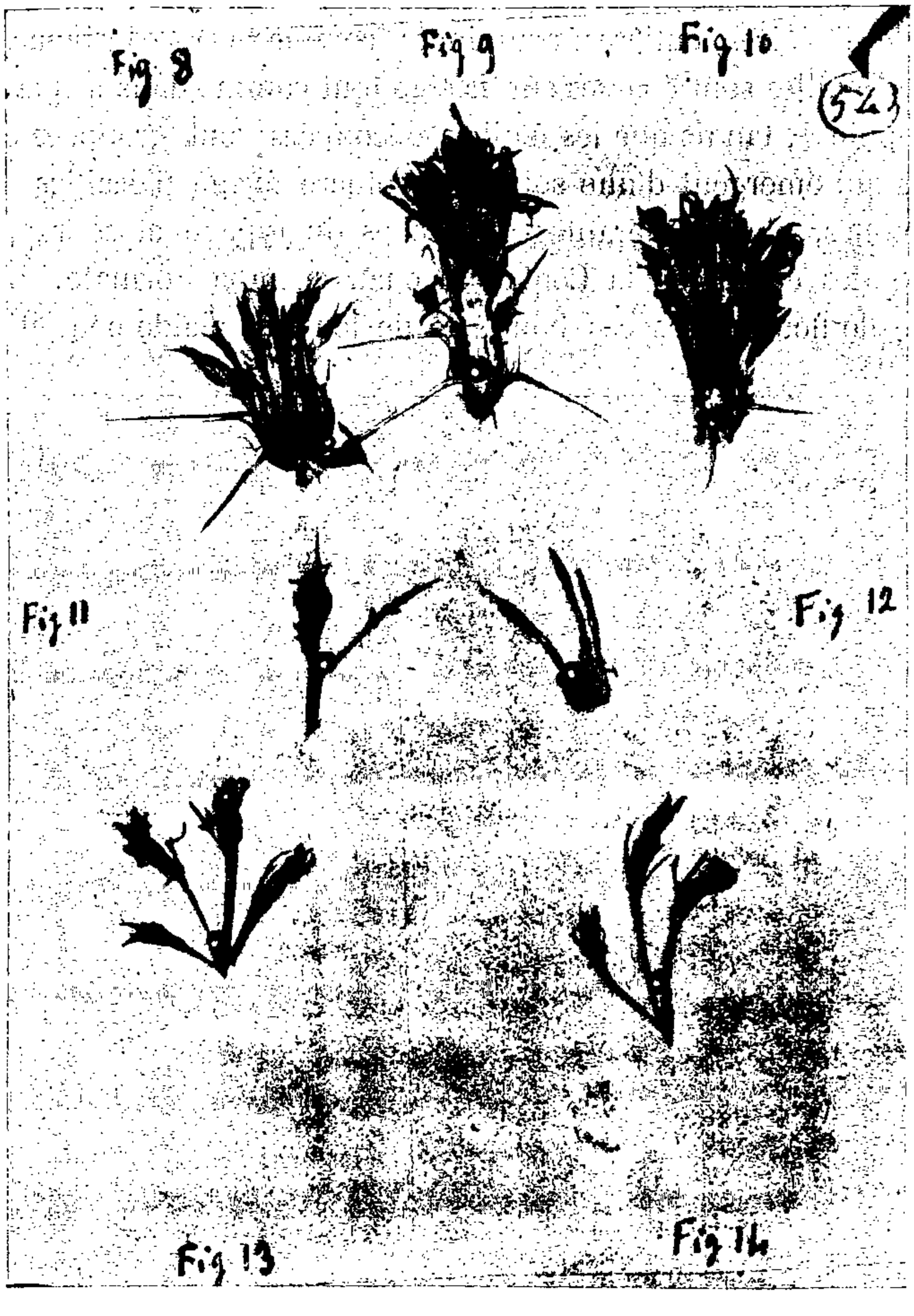


FIG. 8, 9, 10. — Sections longitudinales à travers des capitules anormaux de *Centaurea calcitrapa* L.
FIG. 11, 12, 13, 14. — Fleurs anormales de *Centaurea calcitrapa* L. à divers degrés de virescence.

Les figures 4, 5, 6, 7, représentent : la première, un capitule normal, les trois autres, trois degrés différents de virescence des capitules.

Dans la figure 5, la virescence est à peine marquée ; les fleurs y sont facilement reconnaissables et fertiles ; mais leur corolle est beaucoup moins

longue que dans le capitule normal ; cette corolle est tubulée et ne s'épanouit pas à sa partie supérieure en cinq lobes ; parfois même elle reste fermée ; elle est presque complètement décolorée et ne présente qu'une légère teinte violacée. Trois fleurs répondant à ce type sont représentées dans la figure 12.

Dans la figure 6, la virescence est plus accentuée. Les fleurs sont vertes, stériles, fortement déformées et semblent portées à l'extrémité de longs pédoncules ; l'ensemble, pédoncule et fleur, prend la forme d'une petite massue, et le capitule présente, par cela seul, un aspect tout particulier. Cette sorte de pédoncule que nous venons de signaler n'est autre chose que l'ovaire dont les parois se sont fortement allongées tandis que l'ovule avortait.

Au sommet de l'ovaire, à la place du bourrelet calicinal à peine marqué chez les centaurées, se trouve un verticille de feuilles généralement linéaires *(fig. 14)*, parfois plus larges et pennatipartites comme les feuilles ordinaires *(fig. 11)* ; nous avons ici un véritable calice composé de deux à six pièces.

La corolle et les étamines sont les seules parties de la fleur qui ne prennent pas part à la virescence. La corolle, en effet, ne fait que perdre sa couleur et devient brunâtre, membraneuse ; elle constitue une véritable gaine courte, enveloppant le pistil *(fig. 15)* et portant à sa partie supérieure des étamines dont les anthères sont stériles *(fig. 16)*.

Sortant du manchon papyracé qui constitue la corolle, on voit tantôt un style long, effilé, identique au style normal *(fig. 15* et *16)*, tantôt au

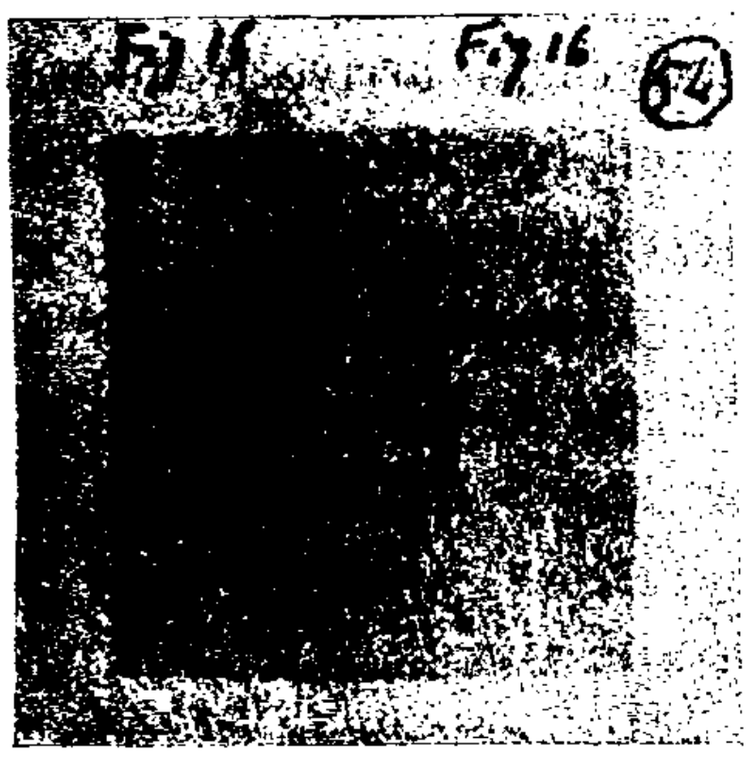




Fig. 15. — Fleur anormale de *Centaurea calcitrapa* L. montrant la corolle scarieuse et un bourgeon foliaire qui part des parois de l'ovaire.

Fig. 16. — Fleur anormale de *Centaurea calcitrapa* L. montrant les étamines.

Fig. 17, 18, 19, 20. — Diverses formes du style des fleurs virescentes de *Centaurea calcitrapa* L.

contraire des organes foliacés, verts, remplaçant ce style et que nous allons étudier.

Assez souvent, du sommet de l'ovaire part une seule feuille dont le limbe s'élargit dans la région médiane et se termine par une pointe assez longue *(fig. 17)*.

Cette feuille peut se dédoubler et former deux lobes correspondant aux stygmates normaux ; ces lobes, après s'être élargis, se terminent en pointe comme le type précédent et ressemblent ainsi davantage aux feuilles *(fig. 18, 19)*.

D'autres fois le sommet de l'ovaire porte plusieurs feuilles indépendantes (2 à 6) qui se comportent comme la feuille unique dont nous venons de parler et peuvent devenir pennatipartites comme les feuilles ordinaires *(fig. 20)*.

La figure 8 représente la section du capitule dont nous venons de décrire les diverses anomalies florales.

Reste à étudier le capitule représenté dans la figure 7 et chez lequel la virescence est poussée au plus haut degré.

Outre les modifications florales que nous venons de signaler, on voit ici apparaître des bourgeons foliaires prenant naissance dans une partie quelconque des parois de l'ovaire. S'ils apparaissent à la base ou dans la région moyenne, ils constituent un bouquet de feuilles situé en dessous du calice et de la corolle. On voit dans la figure 15 un de ces bourgeons en voie de formation. S'ils prennent naissance dans la partie supérieure des parois ovariennes, ils se développent un certain temps dans le tube de la corolle qui ne tarde pas à se déchirer pour livrer passage à de nombreuses feuilles. Dans la figure 13 ces bourgeons commencent à sortir au sommet des corolles.

Les figures 9 et 10 représentent les coupes de deux capitules à fleurs ainsi modifiées. Dans l'une *(fig. 9)*, on remarque que le réceptacle floral s'est considérablement allongé Dans ce dernier cas, il arrive fréquemment que les fleurs avortent complètement ; elles sont remplacées par des bourgeons foliaires qui, naissant en grand nombre directement du recéptacle allongé, donnent un feuillage très abondant grâce auquel la plante prend l'aspect touffu qui attire l'attention et qu'indique bien la figure 3.

M. le Dr Pierre LESAGE

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Rennes.

GERMINATION DES SPORES DE *PENICILLIUM* DANS L'AIR ALTERNATIVEMENT SEC ET HUMIDE

[581.17 : 589]

— *Séance du 11 septembre* —

Dans un récent ouvrage (1) j'ai envisagé et discuté l'hypothèse que des spores placées sur certains points de la cavité respiratoire peuvent ne pas germer parce que l'état hygrométrique est trop faible en ces points. Il me paraît intéressant de continuer l'étude de ce sujet et, pour faciliter mes recherches en les simplifiant, je les rapporte à un certain nombre de questions que je traite par des observations, des expériences séparées, et que je rapprocherai plus tard dans un travail d'ensemble.

Je me propose, en ce moment, de présenter l'une de ces questions et d'y répondre expérimentalement.

Voici la question :

Dans le va-et-vient de la respiration normale, l'air qui frôle un point de la paroi est chargé d'un poids de vapeur d'eau alternativement très fort (expiration) et beaucoup plus faible (inspiration), quelle peut être l'influence de cette alternance sur la germination des spores placées sur ce point ?

Avant de passer aux expériences, précisons autant que possible les conditions dans lesquelles nous nous trouvons.

La température que prennent les spores est celle de la paroi, ou voisine de celle-ci, c'est-à-dire environ 37°,5.

Dans l'expiration, l'air n'a pas rigoureusement la température de la paroi, il n'est pas exactement saturé de vapeur d'eau à sa température (2), le degré de saturation oscille encore légèrement avec l'humidité de l'air inspiré ; mais nous pouvons négliger ces corrections et considérer, en gros, la tension de la vapeur d'eau de l'air expiré comme voisine de la tension maxima pour 37°,5.

(1) PIERRE LESAGE, *De la possibilité de quelques mycoses dans la cavité respiratoire, basée sur l'hygrométrie de cette cavité.* (Thèse de la Faculté de Médecine de Paris, 26 octobre 1899.)

(2) PIERRE LESAGE., *loc. cit.*, p. 37.

Dans l'inspiration, l'air a une température très variable et, le plus souvent, beaucoup plus basse que 37°,5, il a une humidité variable de 0 à la saturation, mais la saturation pour une température très différente de 37°,5 et plus basse.

Nous sommes donc en présence de spores à une température constamment voisine de 37°,5, frôlées par deux courants d'air, dont l'un, expiration, est sensiblement constant comme humidité et comme température voisine de 37°,5 et dont l'autre, inspiration, peut varier considérablement comme humidité et comme température, celle-ci étant le plus souvent, dans nos climats, bien inférieure à 37°,5.

Dans ces conditions quel sera l'effet de l'alternance de ces courants sur la germination ?

Pour répondre à cette question, j'ai fait plusieurs expériences dans des conditions de plus en plus comparables à celles de la respiration.

En voici une aussi simple que possible (*fig. 1*) :

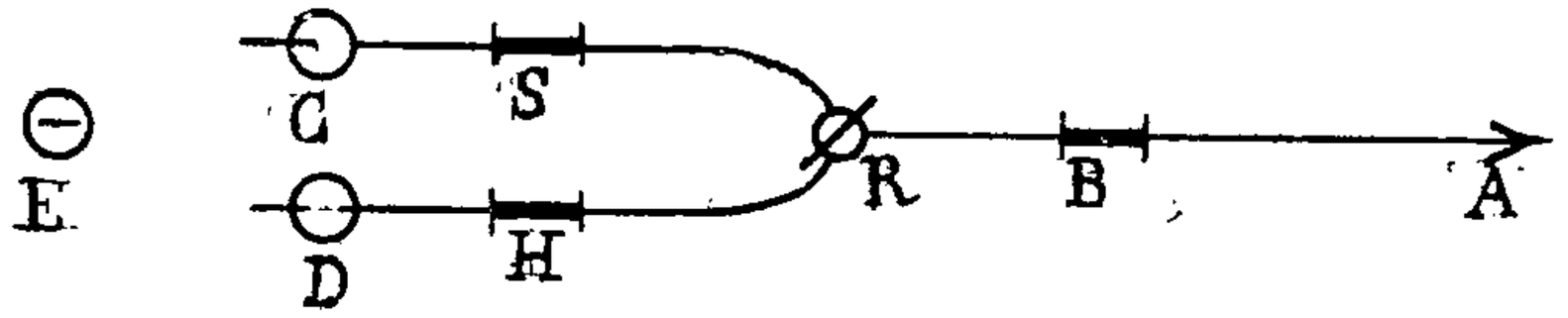


FIG. 1.

A l'aide d'un aspirateur A, je fais passer un courant continu d'air sur une culture placée sur la paroi interne d'un tube de verre B et venant alternativement, par le jeu d'un robinet à trois voies R, d'un dessiccateur C et d'un flacon barboteur D contenant de l'eau.

Des cultures témoins sont installées en S, H et dans un flacon fermé E contenant un peu d'eau.

Toutes ces cultures sont représentées par une goutte de gélose nutritive sur laquelle ont été semées des spores de *Penicillium* de même origine.

La température a oscillé autour de 20° et, après 13 heures trois quarts de marche, l'appareil a été arrêté. Les cultures étudiées au microscope ont montré :

Germination aussi abondante et presque aussi avancée en H qu'en E ;

Pas de germination en S, B.

Par conséquent si, à un courant d'air humide permettant la germination, on fait succéder, en alternance régulière, un courant d'air sec, on empêche ou, au moins, on retarde la germination.

J'ai répété plusieurs fois cette expérience en modifiant l'alternance et en remplaçant l'air du dessiccateur par de l'air venant directement du laboratoire.

Voyons les résultats de la modification dans l'alternance.

Dans la première expérience, cette alternance était réglée sensiblement par le rythme de la respiration et schématisée par la mesure : un, deux, un deux, un, etc. ; un temps pour le passage de l'air humide, un temps pour le passage de l'air sec.

Dans une seconde expérience, j'ai schématisé l'alternance par une mesure à six temps : cinq temps pour le passage de l'air humide, un temps pour celui de l'air sec $\left(\frac{1}{6}\right)$. Après 14 heures de marche, il n'y avait pas encore de germination en B.

En diminuant le temps de passage de l'air sec à $\frac{1}{10}$, je n'ai pas encore obtenu de germination en B après 14 heures et demie.

En réduisant ce temps à $\frac{1}{12}$ de la même manière, j'ai pu avoir enfin un commencement de germination en B après 15 heures de marche.

Ces expériences sont très concluantes et montrent l'influence considérable que le passage même très court de l'air relativement sec a sur la germination.

Mais nous ne sommes pas dans des conditions tout à fait comparables à celles de la respiration normale puisque, dans celles-ci, nous pouvons inspirer de l'air saturé ou presque saturé aux températures ordinaires et puisque la paroi de la cavité respiratoire est à une température (37°, 5) ordinairement beaucoup plus élevée que celle de l'air inspiré.

Il nous faudrait donc, pour remplir ces conditions, étudier la germination des spores frôlées alternativement par de l'air presque saturé à 37°, 5 et de l'air saturé à 20°, par exemple, pour prendre une température courante.

Mais remarquons encore que 37°,5 est une température un peu éloignée de l'optimum de germination ; s'il se produisait un retard, on pourrait l'attribuer à l'action propre de la chaleur ; c'est pour cette raison que, dans l'expérience suivante, j'ai abaissé la température à 30° et un peu au-dessous, parce que si l'optimum indiqué par Wiesner est 22°, 5, celui que j'ai trouvé pour les spores utilisées s'est élevé et rapproché de 30°.

Voici une expérience intéressante à plusieurs titres et qui répond assez bien à ces desiderata.

L'appareil comprend, dans ses grandes lignes et comme l'indique le schéma ci-joint (*fig. 2*) : un aspirateur G faisant passer, dans un tube composé de diverses parties, un courant d'air qui est continu dans les portions M N R, d'une part, et T D E F G, d'autre part, et qui alterne par la manœuvre du robinet à trois voies R, dans la branche R *m n* C T et dans la branche R A B T.

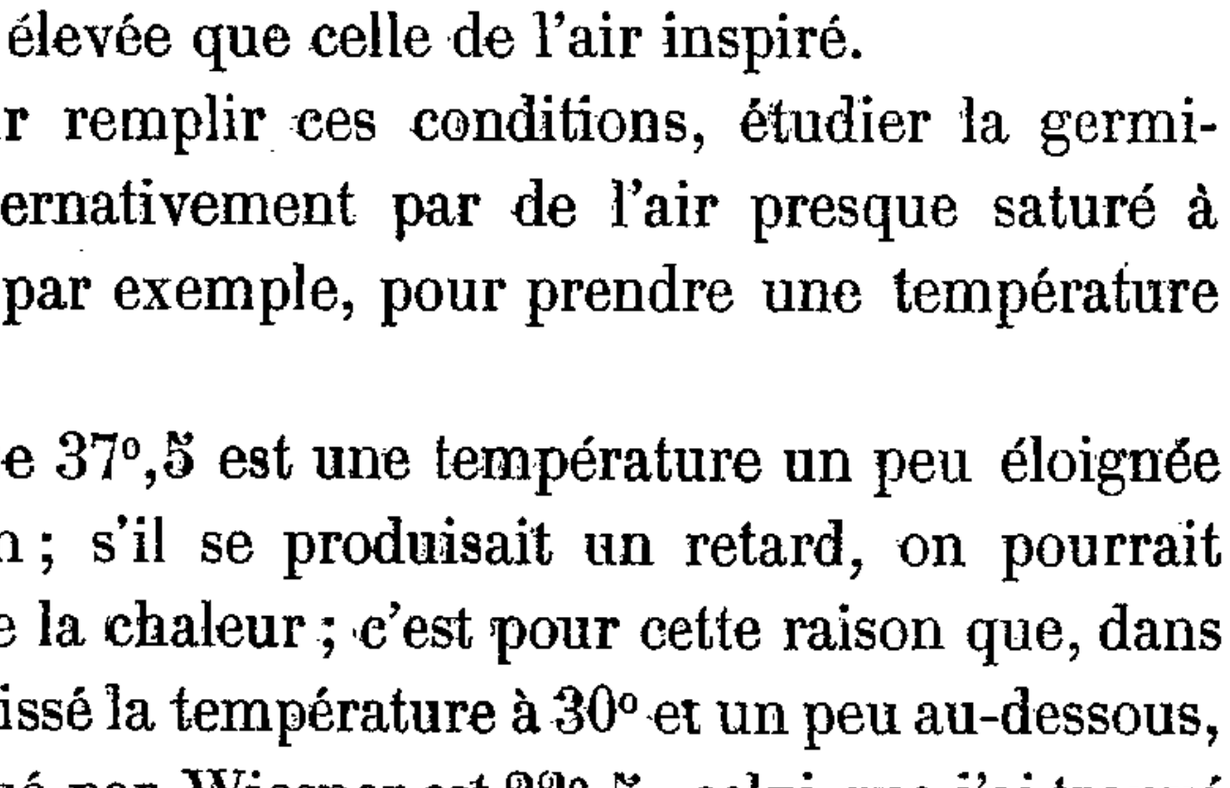


FIG. 2.

Ces diverses parties ont été maintenues à des températures différentes : M, N, R, A, E, F, G, à la température du laboratoire, température qui a oscillé entre 23°,5 et 26°,5 ; *m*, *n*, C, T, D, B, placées dans une étuve dont le pourtour est représenté par le rectangle de gauche du schéma et dont j'ai réglé la température au-dessus de celle du laboratoire en la faisant monter de 27° à 30°.

Revoyons tout cela avec un peu plus de détail.

En M et N sont deux flacons barboteurs contenant de l'eau et destinés à charger d'humidité l'air qui entre dans l'appareil et à l'amener aussi près que possible de la saturation à la température du laboratoire.

En R est un robinet à trois voies destiné à faire passer cet air alternativement et suivant le rythme de la respiration dans les branches R *m n* C T et R A B T.

La première branche comprend : *m* et *n* qui sont deux flacons barboteurs où l'air se surcharge d'humidité pour la rapprocher, autant que possible, de la saturation à la température de l'étuve; C qui est culture de *Penicillium* sur goutte de gélose nutritive adhérente à la paroi interne d'un tube de verre.

La seconde branche est composée de A, culture semblable à la précédente, mais placée à la température du laboratoire; de B, autre culture qui est à la température de l'étuve.

Ces deux branches se réunissent en T par l'intermédiaire d'un tube de verre à 3 voies.

A partir de T, le courant est continu; mais il est alimenté alternativement par M N R A B T quand le robinet a la position 1, et par M N R *m n* C T quand le robinet a la position 2.

En D, ce courant alternatif frôle une culture maintenue à la température de l'étuve et, en E, une autre culture placée à la température du laboratoire.

Pour achever cette description, j'ajouterai que F est un flacon destiné à recevoir l'eau qui se condenserait en trop grande quantité au sortir de l'étuve; W est une culture témoin dans un flacon contenant de l'air saturé à la température de l'étuve; V est une autre culture témoin à la température du laboratoire.

J'ai fait fonctionner cet appareil pendant 13 heures un quart, tout en observant de temps en temps les cultures témoins.

Disons tout de suite, pour ne plus y revenir, que ces deux cultures témoins se sont comportées sensiblement de la même manière, ce qui permet d'éliminer l'action propre de la chaleur sur la germination.

A la fin de l'expérience les autres cultures ont été examinées au microscope et ont fourni les résultats suivants :

Germination en A, C, E;

Pas de germination en B, D.

Ce qui nous intéresse immédiatement, c'est de savoir qu'il n'y a pas de germination en D, alors que les spores ont germé en A et C.

Si nous appliquons cela à un point de la paroi dans la cavité respiratoire supposée à la température 30° au lieu de 37°,5, nous pourrons dire que des spores de *Penicillium* placées en ce point, ne germeront pas ou, au moins, subiront un retard de germination si elles sont frôlées alternativement par de l'air presque saturé à 30° et par de l'air presque saturé d'humidité à 26°,5.

Elles germeraient encore bien moins si, au lieu de 30°, on considérait la température 37°,5, parce que la saturation à 26°,5 serait encore plus éloignée de la saturation à la température la plus élevée du système. On s'explique cela en appliquant la conclusion suivante tirée d'expériences antérieures : la germination des spores du *Penicillium* dépend du rapport $\frac{f}{F}$ (état hygrométrique) ou, mieux encore, du rapport de f à F', F' représentant la tension de la vapeur d'eau que la spore peut admettre à sa surface de la même manière qu'une solution saline (1).

D'ailleurs c'est ce que rappelle et démontre encore, ici même, la comparaison des cultures A et B frôlées par le même courant d'air, mais placées à des températures qui ne diffèrent entre elles que de 3 à 4 degrés seulement.

A germe, B ne germe pas.

D'après ces diverses expériences on voit que la germination des spores de *Penicillium*, placées à une température constante et soumises à l'action des deux courants, sera sous la dépendance de la tension de la vapeur d'eau dans le courant d'air relativement sec et, pour une même tension, dépendra de la durée relative de ces deux courants.

Enfin, pour répondre à la question posée, nous dirons que l'alternance régulière d'un courant d'air saturé et d'un courant d'air relativement sec peut empêcher ou, au moins, retarder beaucoup la germination des spores de *Penicillium* placées à la température la plus élevée voisine de celle du courant saturé.

Par conséquent, dans la respiration normale, en ne tenant compte que de l'alternance du courant d'inspiration et du courant d'expiration, on peut dire que des spores de *Penicillium* placées sur un point des voies respiratoires, ne germeraient pas ou subiraient un grand retard de germination sous la seule influence de la régularité de cette alternance.

(1) PIERRE LESAGE, *Germination des spores de* Penicillium *dans l'air humide* (Comptes rendus des séances de l'Ac. des Sciences, 15 juillet 1901).

Feu M. le Dr QUÉLET

Lauréat de l'Institut, à Hérimoncourt (Doubs).

QUELQUES ESPÈCES CRITIQUES OU NOUVELLES DE LA FLORE MYCOLOGIQUE DE LA FRANCE (1) [589.2 : 44]

— *Séance du 11 septembre.* —

AMANITA STROBILIFORMIS, Fr., S. M., Witt. Fung. mang., t. 9, fondé sur le Fungus bulbosus pileo strobiliformi, Paulet, Mém. Soc. de médecine, II (1778), pl. XVI, f. 2, est identique à *solitaria*, Bull., Ch. de la France, pl. 48 et 593. Fries qui n'a connu ni l'un ni l'autre, dit dans Hym. eur. p. 21 : *cinerascens*, c'est ce qui m'a fait garder le nom de *strobiliformis* pour une espèce d'amanite réellement grise, dans les Champignons du Jura et des Vosges, I, pl. I, f. 1, et plus voisine de *spissa* que de *solitaria*.

AMANITA RECUTITA, Fr., bulbosus, Bull., pl. 577, f. EF, constitue la même espèce que *porphyria*, A. S., t. XI, f. 1, Quél. V. Supplément. Le premier est surtout l'état frais, avec l'anneau et le stipe encore *blancs*, tandis que le second est l'état plus ou moins fané par le temps, avec l'anneau teinté de *bistre* et le stipe devenu grisâtre.

OMPHALIA LIGNATILIS, Pers., var. : ALBOVIRENS. Stipe excentrique, plein, *tenace*, subradicant, pruineux et blanc. Peridium convexe ondulé (0^{m},04-8) ombiliqué, pruineux et blanc; chair mince, sapide, à odeur de farine et blanche. Lamelles adnées, serrées, minces, onduleuses, à la fin dentées-fimbriées comme dans le genre lentinus, d'un beau *vert tendre*. Spore ovoïde, oblongue (0^{mm},007-8), hyaline. (Pl. III, f. 1.)

Été. — Cespiteux sur le peuplier de Caroline dans le Parc de la Tête-d'Or à Lyon (M. Couvert).

HYGROPHORUS CONICUS, var. CROCEUS, Bull., pl. 50, COCCINEOPURPUREUS, Fr. Mon. II, pl. 142. Stipe grêle *sulfurin*, souvent rayé de fibrilles orangées, blanc à la base. Peridium conique, *sulfurin*, plus ou moins *taché d'orangé*. Lamelles jonquille. Noircit comme *conicus*.

Été. — Pâturages montueux; pourrait être pris pour une forme grêle de *puniceus*.

COLLYBIA BADIA. Stipe grêle, fistuleux, floconneux, blanc puis *purpurin brunâtre*. Peridium arrondi (0^{m},02-3), convexe, finement tomenteux, *bai clair*; chair mince, blanche puis rosée au bord. Lamelles sinuées, serrées, ventrues, blanches. Spore ovoïde larmiforme (0^{mm},008), hyaline.

(1) Ce mémoire peut être considéré comme le *vingt-deuxième* supplément des ouvrages *Les champignons du Jura et des Vosges* et *Flore mycologique de la France*.

Automne. — Environs de Paris, Normandie (Boudier), dans les bois de pins sylvestres. Voisin de *pulla*, Fr.

A. pullus, Schœf., t. 250, paraît être *Mycena excisa*.

A. COLLYBIA OCELLATUS, Fr., *A. clou*, Bull., pl. 569, f. 1. H, paraît être la variété *alba* de *A. clavus*, Schœf., avec le disque jaunâtre ou brunâtre. *Collybia cirrata*, Pers., offre aussi ce disque ocellé, et c'est cette forme qui constitue le *Collybia ocellata*, le plus ordinairement connu.

A. aquosus, Bull., pl. 17, regardé comme une variété de *dryophila*, représente mieux un coprin hyalin et translucide, comme *C. narcoticus*.

VOLVARIA LOVEIANA, B. K. *Blanc de neige*. Voile membraneux, 3-4 lobé, pubescent. Stipe élancé, plein, fragile, villeux. Peridium ovoïde campanulé (0m,05-10), *fibrilleux*, uni puis un peu hérissé; chair mince, très tendre, à odeur faible. Lamelles libres, serrées, un peu ventrues, blanches puis rosées. Spore ellipsoïde (0mm,008-9), biocellée, rosée. (Pl. III, f. 3).

Automne. — Sur *Omphalia nebularis*, Jura, environs d'Arlay (Bigeard). C'est une variété luxuriante de *plumulosa*, Lasch., qui se rencontre dans les mêmes sapinières, à l'état *isolé*, sur des détritus du même nebularis mêlés aux aiguilles de sapin (Pl. III, f. 4).

COLLYBIA CIRRATA, Pers., offre également une variété plus élégante qui végète aussi isolément sur des détritus d'*Omphalia mellea* mélangés à l'humus.

PLUTEOLUS DEMANGEI (1), stipe fistuleux, droit, pruineux, blanc puis rosé en bas. Peridium convexe plan (0m,03-4), membraneux, strié, visqueux, *bistré lilacin* avec la marge plus claire; chair blanche, rosée dans le stipe. Lamelles libres ou un peu écartées, sinuées, serrées, ocre pâle puis bistrées. Spore pruniforme (0mm,012-14), ocracée (Pl. III, f. 5).

Automne. — En troupe sur la boue mêlée de crottin, au bord des routes Vosges (Victor Demange). Ce Pluteolus qui n'est peut-être qu'une variété de *titubans*, rappelle, par sa couleur violetée, le *Pluteolus reticulatus*, Pers., des souches pourries.

RUSSULA DELICA, var. *glaucophylla*. Cette variété se distingue par un hymenium d'un *bleu verdâtre* (céladon), et par une saveur âcre et poivrée souvent très prononcée. Krombholtz en avait fait les *Lactarius chloroides*, t. 56, f. 8, 9, et *Listeri*, t. 56, f. 1, 4, d'après les figures de son atlas.

RUSSULA FURCATA, Pers. (2). Cette espèce vénéneuse se distingue par une cuticule séparable, *ridée*, *vert olive*, *jaunissante*; la chair âcre n'est pas toujours *vineuse* sous la cuticule, mais *jaune olive*. Les lamelles sont *bifurquées* dans toute leur longueur et sont d'un blanc d'ivoire. Ces caractères la distinguent de *cyanoxantha* adulte et de *graminicolor*, espèce moins facile à reconnaître.

GYROPORUS GRISEUS, B. scaber, Bull., pl. 132. Stipe allongé, assez épais, *blanchâtre*, *moucheté de mèches cendrées*. Peridium convexe (0m,05-10), pruineux, *gris*, quelquefois marbré de blanc et de gris; chair épaisse, tendre, blanche, légèrement teintée à l'air de violacé ou de bistre, et de verdâtre dans le stipe, très sapide. Tubes longs et pores arrondis blancs puis grisâtres. Spore ellipsoïde oblongue (0mm,01-15), guttulée, citrine.

(1) Dédié à mon ami Victor Demange, naturaliste vosgien.

(2) Persoon cite la figure de *bifida*, Bull., pl. 26, qui est identique à *virescens*; c'est Fries qui a fixé l'espèce dénommée *furcata*.

Été-Automne. — Dans les bois arénacés. C'est une variété luxuriante de *scaber*, Bull., et une forme de *versipellis*, Fr., intermédiaire entre *rufus*, Schœf., et *scaber*, Bull. Elle se rapproche surtout de la variété *flavescens*.

GYROPORUS SCABER, Bull., est tout à fait bien représenté par la figure du *Boletus bovinus*, Schœf., t. 104; et il est regrettable que ce nom de bovinus ait été attribué par Linné et Fries à une espèce du genre *Ixocomus*. *Boletus scaber*, Bull. pl. 489, f. 1, représente par sa teinte rouge brun, une forme grêle de *G. rufus*.

DICTYOPUS AMARUS, Pers., Flore myc. p. 424. Cette espèce, négligée par Fries, paraît être *pachypus* à l'état jeune, alors que le stipe ne présente pas encore la zone purpurine qui caractérise l'état adulte de cette belle espèce, assez variable.

LENZITES CINEREA, Fr., variété *trametea*. Peridium dimidié (0^m,05-7), convexe, *velouté*, *cendré*, blanchâtre au bord; chair tenace, blanche, avec de fines zones gris bleuâtre. Tubes inégaux, blanchâtres; pores polygones (0^m,001-2), anguleux puis dentelés ou fimbriés, *blancs* puis *grisâtres*. Spore ellipsoïde subcylindrique (0^{mm},0 ?), hyaline (Pl. III, f. 9).

Automne et Hiver. — Sur les peupliers, Lorraine (Besch.).

DRYODON JURANUM. Tronc droit, ramifié, villeux et *blanc*; ramifications couvertes d'aiguillons courts, serrés, aigus, d'un *rose rougissant*; chair élastique, sapide et blanche. Spore sphérique (0^{mm},006-7), ocellée, hyaline (Pl. III, f. 10).

Automne. — Sur des copeaux de sapin, Jura neuchâtelois (L. Favre).

CLAVARIA NINEA. Clavule subfiliforme, longue (0^m,03-5), flexueuse, très fragile, glabre, *blanc de neige*, *translucide*, terminée en lanière aiguë, quelquefois bifide, d'un *blanc crème* un peu ocracé. Spore ovoïde pruniforme (0^{mm},007-8), finement grenelée, hyaline (Pl. III, f. 11).

Autonne. — Cespiteux dans les pâturages montagneux du Jura neuchâtelois (L. Favre). Voisin de *fragilis*.

MORILLA VILLICA, var. *virescens*, *Morchella viridis*. Leuba, ch. com., pl. XLVI, f. 3-5. Stipe tubuleux, court, lacuneux, subtomenteux, blanc. Peridium ovoïde, puis globuleux (0^m,03-4), continu avec le stipe; alvéoles polygones irréguliers, *olive verdoyant*, puis très dilatés et profonds. Spore ellipsoïde (0^{mm},02), hyaline.

Mai. — Pâturages alpestres du Haut Jura. C'est la morille qui s'élève le plus sur les montagnes d'après M. Leuba.

ELVELA FAVREI (1). Velouté, *gris lilacin*. Stipe grêle, farci; peridium en cupule (0^m,04-5), membraneux, flexueux. Hymenium uni, plus foncé. Spore ellipsoïde (0^{mm},02), un peu atténuée à chaque bout, ocellée (Pl. III, f. 12).

Été-Autonne. — Forêts montagneuses du Jura neuchâtelois, L. Favre. Il est peu différent de *hispida*, Schœf.

CORDYCEPS LARVICOLA, Suppl. VI (1878), f. 1. Cette jolie sphériacée rose améthyste se rencontre, comme il arrive pour *entomorhiza*, sur diverses larves de coléoptères ténébrioïdes, capricornes, etc. *Helopis* et *callidii*, XXI, Suppl. f. 17 et 18 ne constituent que des formes de l'espèce *larvicola* qui végète sur les larves xylophages, tandis que *entomorhiza* végète sur les larves terrestres et *militaris*

(1) Dédié à M. le professeur Louis Favre, de Neuchâtel, l'auteur des belles aquarelles représentant les champignons du canton de Neuchâtel.

sur les larves aériennes comme les chenilles; *Odyneri*, *Ditturarii*, etc., forment un groupe distinct vivant sur les hyménoptères, et *Forquignoni* sur les diptères. Enfin un groupe formé d'espèces beaucoup plus grandes : *capitata* et *ophioglossoides* habitent différentes espèces du genre *Elaphomyces*.

TABLE SYSTÉMATIQUE DES ESPÈCES

Les espèces nouvelles sont marquées d'un astérisque.

*Omphalia * albovirens.*
Hygrophorus croceus.
Collybia * badia.
Collybia ocellata.
Volvaria loveiana.
Volvaria plumulosa.'
Pluteolus * Demangei.
Russula melliolens, XXI, Suppl. 1897.
*Russula * glaucophylla.*
Russula furcata.
Dictyopus amarus.
*Gyroporus * griseus.*
Lenzites cinerea.
Dryodon * juranum.
Clavaria * nivea.
*Morilla * virescens.*
*Elvela * Favrei.*
Cordyceps larvicola.

Planche III. — Explication des Figures

Omphalia albovirens.	Fig. 1	Russula glaucophylla	Fig. 7
Collybia badia.	2	Russula furcata	8
Volvaria loveiana	3	Lenzites cinerea	9
Volvaria plumulosa	4	Dryodon juranum.	10
Pluteolus Demangei	5	Clavaria nivea.	11
Russula melliolens.	6	Elvela Favrei	12

M. STRASSER-ENSTÉ

à La Carrosaccia, près Ajaccio, Corse

DE QUELQUES RÉFORMES A APPORTER A L'HORTICULTURE ET A L'AGRICULTURE EN CORSE

[630:45.9]

— Séance du 13 septembre —

Sans m'étendre longuement sur les généralités qui concernent l'horticulture et l'agriculture, je vous entretiendrai des réformes à y apporter en Corse, où la nature du sol et le climat très tempéré offrent déjà de réels et importants avantages.

Le sol, très accidenté, est d'une nature et d'une fécondité très variables pourtant.

Les plaines fertiles et composées de terrains d'alluvions, et les terrains montagneux granitiques ou siliceux offrent un contraste très frappant dans leur fertilité naturelle, que jusqu'ici les habitants n'ont même pas cherché à modifier ou à améliorer.

Dans les plaines affectées uniquement à la culture des céréales telles que blé, maïs, orge, etc., la culture du riz faite avec profit dans le Piémont pourrait certainement être entreprise avantageusement. — Par des drainages et des assèchements progressifs et raisonnés on pourrait éviter à ces contrées fertiles l'envahissement des eaux en hiver et au printemps et y entreprendre des cultures de vigne, d'oliviers, d'orangers, etc., qui trouveraient un fond très propice pour elles et seraient bien plus rémunératrices que celles qui sont tentées en terrains montagneux où la sécheresse est au contraire excessive.

Les cultures d'arbres tels que le châtaignier, le noyer, ne devraient pas seules occuper les montagnards et l'utilisation de leurs terres, trop souvent maigres, pourrait, avec des fumures et des irrigations, — coûteuses au début il est vrai, — leur donner de plus grands bénéfices s'ils y entreprenaient la culture des arbres fruitiers supportant très bien les températures basses de l'hiver qui, en Corse, sont loin d'être excessives, et le pommier, le cerisier, le poirier et le prunier leur seraient d'un bon rapport. Aussi, est-ce avec une certaine impatience que nous attendons la création, depuis longtemps annoncée, d'une École d'Agriculture à Ajaccio. Grâce à l'enseignement pratique que les Corses y recevront, il se produira rapidement dans le pays une grande transformation dans les modes de culture et l'on ne tardera pas à voir disparaître des préjugés qui restreignent et empêchent même encore le développement de l'horticulture et de l'agriculture dans cette île privilégiée.

En vue de l'amélioration du sol, l'École d'Agriculture, dont la création est proposée, devrait comporter outre un laboratoire d'essai pour la germination des graines, un second où l'on ferait non seulement l'analyse des engrais mais encore et surtout l'analyse des terres. De cette façon chaque culture pourrait être établie dans le milieu qui lui est le plus propice.

Le climat, d'une douceur au moins comparable à celui de la Côte d'Azur, favorise déjà la culture :

1° des plantes vertes d'alignement et d'ornement telles que : Palmiers de toutes variétés, Mimosas, Eucalyptus, Ficus, Acacias, faux poivriers, etc., etc.

2° Des bulbes à fleurs : callas, narcisses freesias, jacinthes, etc.

3° Ajoutons que l'on peut entreprendre la culture en pleine terre tant des arbustes florifères que des petites plantes qui, dans le Nord, sont

réservées à la culture en serres telles que : camélias, gardénias, spirées, éricas, fougères à tiges noires, violettes, myrthe, etc..

4° Des légumes : asperges, pois, haricots, tomates, salades, salsifis, choux, etc..

5° Des fruits frais : câpres, nèfles, fraises, oranges, mandarines, citrons, cerises, amandes, kakis, abricots, pêches, raisins précoces et tardifs, pommes, grenades, marrons, pistaches, figues, prunes, etc..

Je dois, en ce qui concerne les fruits frais, attirer l'attention sur le profit qu'il y aurait à établir sur les vapeurs qui desservent les lignes de Corse et sur nos chemins de fer continentaux, des compartiments réfrigérateurs tels que ceux qui sont en usage sur les lignes de Tunisie à Marseille, du Canada, du Cap et de l'Australie avec les différents ports de l'Angleterre et de la France. De cette façon l'écoulement de nos produits pourrait se faire sur des marchés où les prix sont très rémunérateurs. Les bénéfices sont restreints et bien souvent on éprouve des pertes dans les exploitations agricoles par la cherté de la main-d'œuvre qu'il faut, il est très regrettable de le constater, attendre des Italiens qui viennent en Corse d'octobre en mai.

6° Des fruits secs : amandes, raisins, figues, prunes, noix, châtaignes sèches.

7° Des fruits pour conserves : olives, câpres et cornichons. — La création d'un établissement de conserves serait profitable à l'utilisation de ces produits sur place.

Il me reste à parler de la culture des vignes qu'il serait avantageux de mieux connaître. On néglige les défoncements sérieux à $0^m,90$ et plus. Les fumures et les binages ne sont que très rarement faits. On devrait également échalasser séparément par cep, afin de permettre à l'air de circuler plus librement et d'assurer ainsi une maturité plus uniforme et complète des raisins.

Je signalerai encore l'importance des reboisements à entreprendre afin de maintenir la fraîcheur du sol et d'empêcher les sources de tarir. Le manque d'eau se fait sentir dans la plupart des contrées de l'île.

L'échenillage devient nécessaire et il est à craindre que dans quelques années il ne s'impose par des dégâts si considérables, que les récoltes les plus importantes ne soient alors compromises. Il est de toute nécessité d'attirer l'attention des pouvoirs publics sur ce point, alors qu'il en est encore temps. Les lois du Code rural restent jusqu'à présent lettre morte.

Des essais de culture des plantes des climats chauds ont été faits et des pépinières d'essais ont été déjà créées tant pour les vignes que pour les arbres d'alignement et de rapport; mais pour un motif que vous comprendrez facilement, je ne m'appesantirai pas davantage sur ce sujet. Je dirai seulement que le développement agricole dépend beaucoup de l'exemple à

donner et du perfectionnement des modes de cultures. L'État doit les encourager et veiller à ce que leur développement continue par tous les moyens : subventions, exemptions d'impôts ou toutes autres protections en son pouvoir.

On a créé et on entretient à de très grands frais des jardins d'essais et d'acclimatation en Algérie, en Tunisie, au Sénégal, au Congo, à Madagascar et au Tonkin, alors qu'on néglige complètement la Corse.

Un autre moyen de stimuler le goût de l'horticulture et de l'agriculture consisterait à faire des concours fréquents, au moins tous les trois ans, pour les produits horticoles et agricoles, d'après le système adopté à Paris, et usité depuis longtemps en Angleterre, et à donner de petites récompenses aux ménagères qui posséderaient les meilleurs plantations en pots, les plus beaux balcons ou les fenêtres les mieux garnies.

L'Administration des Ponts et Chaussées pourrait aussi aider puissamment, en plantant au bord des chaussées des arbres fruitiers au lieu d'ornement, comme cela se pratique dans les Ardennes, le Luxembourg et les bords du Rhin, où les administrations arrivent à faire un excédent de recettes, tous frais d'entretien des routes payés.

M. Henri COUPIN

Docteur ès sciences, Préparateur à la Sorbonne.

LA COULEUR DES FLEURS DE LA FLORE FRANÇAISE
ÉTUDE STATISTIQUE [581.157]

— Séance du 13 septembre —

Ce travail est relatif à la statistique de la couleur des fleurs croissant spontanément sur le sol français. Son intérêt, en partie local, acquérera une valeur plus générale, c'est-à-dire biologique et botanique, quand les flores des autres pays auront été étudiées au même point de vue, travaux qui, à ma connaissance, sont encore à faire.

Il est inutile de dire que cette statistique, bien que faite très minutieusement, n'a pas une valeur *absolue*, car, 1° les noms des couleurs n'ont pas une définition bien précise ; et 2° la teinte des fleurs n'est pas toujours

très facile à évaluer. Pour fixer les idées d'une manière suffisamment précise, j'ai employé trentre-trois noms de teintes dont je vais donner quelques exemples :

1° Bleu : *Delphinium ajacis*, *Linum alpinum*, *Eryngium maritimum*, *Gentiana pneumonanthe*.

2° Bleuâtre : *Viola mirabilis*, *Valerianella olitoria*, *Cephalaria syriaca*.

3° Bleu pâle ; *Nigella arvensis*, *Campanula barbata*.

4° Blanc : *Nymphea alba*, *Arabis hirsuta*, *Capsella brusa pastoris*, *Lychnis dioïca*, *Stellaria holostea*.

5° Blanchâtre ; *Réséda phyteuma*, *Asterocarpus Clusii*, *Rhamnus frangula*.

6° Blanc rosé : *Malva parviflora*, *Althæa officinalis*.

7° Blanc rougeâtre : *Ranunculus rutæfolius*.

8° Blanc jaunâtre : *Cistus populifolius*, *Tilia sylvestris*.

9° Blanc verdâtre : *Arenaria Jacquini*, *Honckeneja peploïdes*.

10° Rouge : *Pœonia corallina*, *Trifolium incarnatum*, *Adonis autumnalis*, *Tulipa oculus solis*.

11° Rose : *Dianthus delloïdes*, *Geranium rotundifolium*.

12° Purpurin : *Ononis fructicosa*.

13° Rouge vineux : *Papaver hybridum*.

14° Rouge clair : *Allium vineale*.

15° Rougeâtre : *Epimedium alpinum*.

16° Pourpre : *Fumaria spicata*.

17° Rouge brun : *Nonnea pulla*.

18° Rose pourpré : *Dianthus cæsius*, *Geranium columbinum*.

19° Rose violet ou lilacé : *Geranium pusillum*.

20° Vert : *Helleborus viridis*, *Coriaria myrtifolia*.

21° Verdâtre : *Sagina apetala*, *Vitis vinifera*, *Pistachia lentiscus*.

22° Jaune : *Ranunculus acris*, *Berberis vulgaris*, *Linum gallicum*, *Genista tinctoria*.

23° Jaune clair : *Roripa nasturtioïdes*, *Trollius Europæus*, *Sisymbrium officinale*, *Ulex Europæus*.

24° Jaunâtre ou brun jaunâtre : *Rhamnus alaternus*.

25° Jaune soufre : *Ranunculus ophioglossifolius*.

26° Jaune orangé ou rosé : *Meconopsis cambrica*, *Hypecoum procumbens*.

27° Jaune verdâtre : *Acer platanoïdes*.

28° Violet : *Viola odorata*, *Vicia amphicarpa*.

29° Violacé : *Geranium phœum*.

30° Lilas : *Cardamine pratensis*.

31° Violet pourpre : *Geranium bohemicum*, *Geranium tuberosum*.

32° Variable : *Papaver somniferum* (fleurs rougeâtres, violettes, blanches

ou rosées); *Myosotis versicolor* (fleurs bleues ou jaunes); *Anagallis arvensis* (fleurs rouges ou bleues).

33° Multicolore : *Æsculus Hippocastanum* (fleurs blanches tachées de rouge et de jaune) ; *Pisum maritimum* (fleurs pourpres à ailes bleuâtres) ; *Silene nocturna* (fleurs blanches en dessus, verdâtres en dessous) ; *Silene noctiflora* (fleurs roses en dessus, jaunes en dessous).

Dans les tableaux suivants, j'indique la répartition des couleurs dans les fleurs des différentes familles, sans me préoccuper de savoir si la matière colorante est fixée dans le calice ou la corolle.

Il faut noter que, pour les Composées ayant des fleurs différemment colorées, par exemple jaunes au centre du capitule et blanches au pourtour, j'ai porté deux chiffres dans les tableaux, l'un à la couleur jaune, l'autre à la couleur blanche.

Je n'ai pas parlé des Aroïdées, ni des Graminées, qui n'ont pas de périanthe.

Je ne me suis occupé que des Angiospermes.

Enfin les fleurs des Cypéracées ont été portées à la division « verte » bien qu'elles aient parfois une légère teinte brune.

	RENONCULACÉES	BERBÉRIDÉES	NYMPHÉACÉES	PAPAVÉRACÉES	FUMARIACÉES	CRUCIFÈRES	CAPPARIDÉES	CISTINÉES	VIOLACÉES	RÉSÉDACÉES	DROSÉRACÉES	POLYGALÉES	FRANKÉNIACÉES	CARYOPHYLLÉES
Bleu	4	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..
Bleuâtre	..	..	..	..	..	1	..	..	1	..	..	..	..	..
Bleu pâle	1	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..
Blanc	19	..	1	..	..	55	..	8	..	2	5	..	..	44
Blanchâtre	1	..	..	..	..	2	..	..	..	4	..	..	..	1
Blanc rosé	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..
Blanc rougeâtre	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc jaunâtre	..	..	..	..	..	2	..	1	..	..	..	..	..	..
Blanc verdâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2	..	14
Rouge	3	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2
Rose ou rosé	1	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	28
Purpurin	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge vineux	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge clair	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rougeâtre	..	1	..	1	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..
Pourpre	..	..	..	..	2	..	..	1	..	..	..	..	..	4
Rouge brun	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose pourpré	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose violet ou lilacé	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..
Vert	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Verdâtre	1	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	3
Jaune	27	1	1	2	1	43	..	10	1	..	..	..	..	2
Jaune clair	6	..	..	1	..	8	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaunâtre ou brun jaunâtre	4	..	..	..	..	2	..	..	..	1	..	..	..	..
Jaune soufre	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune orangé ou rosé	..	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune verdâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..
Violet	1	..	..	1	..	8	..	..	5	..	..	..	1	..
Violacé	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	1	..
Lilas	1	..	..	..	..	7	..	..	..	..	..	..	..	1
Violet pourpre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Variable	18	..	..	2	3	21	..	1	4	..	..	4	..	13
Multicolore	1	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	1	..	8

	ÉLATINÉES	LINÉES	TILIACÉES	MALVACÉES	GÉRANIÉES	HYPÉRICINÉES	ACÉRINÉES	AMPÉLIDÉES	HYPPOCASTANÉES	MÉLIACÉES	BALSAMINÉES	OXALIDÉES	ZYGOPHYLLÉES	HESPÉRIDÉES
Bleu	..	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Bleuâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Bleu pâle	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	1	..	..
Blanchâtre	..	1	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc rosé	..	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2
Blanc rougeâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc jaunâtre	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc verdâtre	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose ou rosé	2	1	..	9	7	..	..	..	..	..	..	..	..	2
Purpurin	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge vineux	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge clair	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rougeâtre	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Pourpre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge brun	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose pourpré	..	..	..	..	7	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose violet ou lilacé	..	..	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Vert	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Verdâtre	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..
Jaune	..	4	..	1	..	15	..	..	..	..	1	1	1	..
Jaune clair	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaunâtre ou brun jaunâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune soufre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune orangé ou rosé	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune verdâtre	..	..	..	..	..	..	5	..	..	..	..	..	..	..
Violet	..	..	..	4	1	..	..	..	..	1	..	..	..	..
Violacé	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Lilas	..	1	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Violet pourpre	..	..	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Variable	2	..	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Multicolore	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..

	RUTACÉES	CORIARIÉES	CÉLASTRINÉES	STAPHYLÉACÉES	ILICINÉES	RHAMNÉES	TÉRÉBINTHACÉES	PAPILIONACÉES	CÉSALPINIÉES	ROSACÉES	GRANATÉES	ONAGRARIÉES	MYRIOPHYLLÉES	HIPPURIDÉES
Bleu	..	..	..	..	..	..	..	5	..	..	..	..	..	..
Bleuâtre	..	..	..	..	..	..	..	10	..	..	..	..	..	..
Bleu pâle	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc	..	..	..	1	1	..	..	21	..	43	..	2	2	..
Blanchâtre	..	..	..	..	..	1	..	8	..	..	..	..	..	..
Blanc rosé	..	..	..	..	..	..	..	3	..	2	..	..	..	..
Blanc rougeâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc jaunâtre	..	..	..	..	..	..	..	4	..	1	..	..	..	..
Blanc verdâtre	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..
Rouge	..	..	..	..	..	..	..	11	..	..	1	..	..	..
Rose ou rosé	1	..	..	..	..	..	..	28	1	12	..	7	..	..
Purpurin	..	..	..	..	..	..	..	5	..	..	..	..	..	..
Rouge vineux	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge clair	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rougeâtre	..	..	..	..	..	..	..	3	1	..	..	..	..	..
Pourpre	..	..	..	..	..	..	..	13	..	1	..	..	..	..
Rouge brun	..	..	..	..	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..
Rose pourpré	..	..	..	..	..	..	..	2	..	2	..	3	..	..
Rose violet ou lilacé	..	..	..	..	..	..	..	2	..	..	..	..	..	..
Vert	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Verdâtre	..	..	1	..	..	..	1	..	1	2	..	1	..	1
Jaune	3	..	..	..	..	..	1	113	..	24	..	2	..	..
Janne clair	..	..	..	..	..	..	..	5	..	..	..	..	..	..
Jaunâtre ou brun jaunâtre	..	..	..	..	..	6	1	5	..	..	..	..	..	..
Jaune soufre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune orangé ou rosé	..	..	..	..	..	..	..	8	..	1	..	..	..	..
Jaune verdâtre	..	..	..	..	..	2	..	..	..	4	..	..	..	..
Violet	..	..	..	..	..	..	..	3	..	..	..	..	..	..
Violacé	..	..	..	..	..	..	..	7	..	..	..	..	..	..
Lilas	..	..	..	..	..	..	..	3	..	..	..	..	..	..
Violet pourpre	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..
Variable	..	..	..	..	..	..	..	14	..	1	..	..	..	..
Multicolore	..	..	..	..	..	..	..	4	..	..	..	..	..	..

	CALLITRICHINÉES	CERATOPHYLLÉES	LYTHRARIÉES	PHILADELPHÉES	TAMARISCINÉES	MYRTACÉES	CUCURBITACÉES	PORTULACÉES	PARONYCHIÉES	CRASSULACÉES	CACTÉES	FICOÏDÉES	SAXIFRAGÉES	GROSSULARIÉES
Bleu	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Bleuâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Bleu pâle	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc	..	..	..	1	1	1	..	1	9	6	..	1	18	..
Blanchâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..
Blanc rosé	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2	..	..	..	..
Blanc rougeâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc jaunâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	1	..
Blanc verdâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	2	1	..	..	..	..
Rouge	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose ou rose	..	..	5	..	..	..	..	..	..	9	..	..	3	..
Purpurin	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge vineux	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge clair	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rougeâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Pourpre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge brun	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose pourpré	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose violet ou lilacé	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..
Vert	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..
Verdâtre	1	2	..	..	..	..	..	..	3	1	..	..	1	2
Jaune	..	..	..	..	..	..	..	1	..	4	1	..	6	..
Jaune clair	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	1	..
Jaunâtre ou brun jaunâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	3	..	..	..	..
Jaune soufre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune orangé ou rosé	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..
Jaune verdâtre	..	..	..	..	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..
Violet	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Violacé	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Lilas	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Violet pourpre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Variable	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..
Multicolore	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..

	OMBELLIFÈRES	ARALIACÉES	CORNÉES	LORANTHACÉES	CAPRIFOLIACÉES	RUBIACÉES	VALERIANÉES	DIPSACÉES	COMPOSÉES	AMBROSIACÉES	LOBÉLIACÉES	CAMPANULACÉES	VACCINIÉES	ÉRICINÉES
Bleu	3	..	..	..	..	1	..	1	14	..	2	21	..	..
Bleuâtre	..	..	..	..	..	..	2	2	1	..	..	..	..	..
Bleu pâle	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	1	..	..
Blanc	95	..	1	..	8	22	..	1	34	..	..	..	2	1
Blanchâtre	1	..	..	..	..	2	..	1	5	..	..	..	..	..
Blanc rosé	2	..	..	..	2	2	..	..	1	..	..	..	..	..
Blanc rougeâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc jaunâtre	2	..	..	..	1	1	..	..	4	..	..	1	..	..
Blanc verdâtre	4	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2
Rouge	..	..	..	..	..	3	..	..	34	..	..	..	..	1
Rose ou rosé	1	..	..	..	2	..	17	1	26	..	..	..	1	9
Purpurin	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge vineux	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..
Rouge clair	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rougeâtre	..	..	..	..	..	2	..	..	4	..	..	..	1	..
Pourpre	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..
Rouge brun	..	..	..	..	..	..	..	..	4	..	..	..	..	..
Rose pourpré	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose violet ou lilacé	..	..	..	..	..	..	..	..	3	..	..	..	..	1
Vert	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Verdâtre	1	..	..	..	1	..	..	..	1	3	..	..	..	1
Jaune	24	..	1	..	..	5	..	1	208	..	..	..	..	..
Jaune clair	..	..	..	..	..	..	..	..	10	..	..	..	..	..
Jaunâtre ou brun jaunâtre	4	..	..	2	1	5	..	..	20	..	..	2	..	..
Jaune soufre	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..
Jaune orangé ou rosé	..	..	..	..	1	..	..	..	3	..	..	..	..	..
Jaune verdâtre	5	1	..	..	..	1	..	..	1	..	..	..	..	..
Violet	..	..	..	..	..	..	..	1	3	..	..	2	..	..
Violacé	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	1	..	..
Lilas	..	..	..	..	..	1	..	3	3	..	..	..	..	2
Violet pourpre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Variable	..	..	..	..	..	..	3	1	6	..	..	..	..	..
Multicolore	..	..	..	..	..	..	..	..	2	..	1	5	..	..

	PYROLACÉES	MONOTROPÉES	LENTIBULARIÉES	PRIMULACÉES	ÉBÉNACÉES	STYRACÉES	OLÉINÉES	JASMINÉES	APOCYNÉES	ASCLÉPIADACÉES	GENTIANÉES	POLÉMONIACÉES	CONVOLVULACÉES	CUSCUTACÉES
Bleu	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	9	1	1	..
Bleuâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Bleu pâle	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc	4	..	..	5	1	1	2	..	..	1	..	..	..	2
Blanchâtre	..	..	..	1	..	..	2	..	..	..	..	..	1	1
Blanc rosé	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1
Blanc rougeâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc jaunâtre	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc verdâtre	1	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose ou rosé	1	..	..	5	..	..	..	..	..	1	5	..	2	1
Purpurin	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge vineux	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge clair	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rougeâtre	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..
Pourpre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..
Rouge brun	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose pourpré,	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose violet ou lilacé	..	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Vert	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Verdâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune	..	..	1	10	..	..	..	1	..	..	5	..	1	..
Jaune clair	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaunâtre ou brun jaunâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2	..
Jaune soufre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune orangé ou rosé	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..
Jaune verdâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Violet	..	..	..	2	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..
Violacé	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Lilas	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..
Violet pourpre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..
Variable	..	..	1	2	..	1	..	..	2	2	1	..	2	..
Multicolore	..	..	4	10	..	..	..	..	..	..	4	..	2	..

	RAMONDIACÉES	BORRAGINÉES	SOLANÉES	VERBASCACÉES	SCROFULARINÉES	OROBANCHIÉES	LABIÉES	ACANTHACÉES	VERBÉNACÉES	PLANTAGINÉES	PLOMBAGINÉES	GLOBULARIÉES	PHYTOLACCÉES	AMARANTACÉES
Bleu	..	17	..	..	13	1	7	..	..	..	..	4	..	..
Bleuâtre	..	3	..	..	2	2	2	..	..	..	..	..	..	..
Bleu pâle	..	..	..	..	6	..	1	..	..	..	..	..	..	..
Blanc	..	8	2	..	2	..	12	1	..	1	1	..	..	..
Blanchâtre	..	..	1	..	2	1	1	..	..	13	..	..	..	..
Blanc rosé	..	..	..	..	2	1	1	..	..	..	..	..	..	..
Blanc rougeâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc jaunâtre	..	3	..	..	2	2	2	..	..	..	..	..	..	..
Blanc verdâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	5	..	..	..	..
Rouge	..	..	1	..	..	3	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose ou rosé	..	2	..	..	11	..	40	..	..	..	8	..	..	..
Purpurin	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge vineux	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge clair	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..
Rougeâtre	..	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Pourpre	..	..	1	..	4	..	1	..	..	..	..	..	..	..
Rouge brun	..	1	1	..	2	3	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose pourpré	..	..	..	..	4	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose violet ou lilacé	..	2	..	..	1	..	1	..	..	..	11	..	..	..
Vert	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Verdâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	6
Jaune	..	3	2	6	15	1	6	..	..	..	..	..	..	..
Jaune clair	..	1	..	..	1	..	3	..	..	..	..	..	..	..
Jaunâtre ou brun jaunâtre	..	..	..	..	1	1	5	..	..	1	..	..	1	..
Jaune soufre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune orangé ou rosé	..	..	..	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune verdâtre	..	..	..	..	1	..	1	..	..	..	..	..	..	..
Violet	..	1	1	..	4	..	6	..	2	..	1	..	..	..
Violacé	1	1	1	..	3	2	3	..	..	..	1	..	..	..
Lilas	..	..	..	..	1	..	2	..	1	..	2	..	..	..
Violet pourpre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Variable	..	7	2	..	4	3	5	..	..	..	..	..	..	..
Multicolore	..	1	2	3	18	4	6	..	..	..	1	..	..	..

	SALSOLACÉES	POLYGONÉES	DAPHNOÏDÉES	LAURINÉES	SANTALACÉES	ÉLÉAGNÉES	CYTINÉES	ARISTOLOCHIÉES	EMPETRÉES	EUPHORBIACÉES	MORÉES	FICACÉES	CELTIDÉES	ULMACÉES
Bleu	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Bleuâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Bleu pâle	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc	1	4	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanchâtre	10	4	..	..	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc rosé	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc rougeâtre	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc jaunâtre	..	..	..	..	1	..	..	..	..	1	..	..	..	..
Blanc verdâtre	4	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..
Rouge	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2	..	1	..	..
Rose ou rosé	..	6	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Purpurin	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge vineux	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge clair	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rougeâtre	..	2	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	1
Pourpre	..	..	..	..	..	..	..	1	..	2	..	..	..	..
Rouge brun	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..
Rose pourpré	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose violet ou lilacé	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..
Vert	7	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Verdâtre	18	13	1	..	..	1	..	..	1	12	2	..	..	1
Jaune	..	..	1	..	..	..	1	..	..	9	..	..	..	..
Jaune clair	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaunâtre ou brun jaunâtre	..	..	3	1	..	1	..	1	..	7	..	..	..	..
Jaune soufre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune orangé ou rosé	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..
Jaune verdâtre	..	..	2	..	..	..	..	..	..	5	..	..	..	..
Violet	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Violacé	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Lilas	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Violet pourpre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Variable	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Multicolore	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..

	URTICÉES	CANNABINÉES	JUGLANDÉES	CUPULIFÈRES	SALICINÉES	PLATANÉES	BÉTULINÉES	MYRICÉES	ALISMACÉES	BUTOMÉES	COLCHICACÉES	LILIACÉES	DIOSCORÉES	IRIDÉES
Bleu	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	7	..	..
Bleuâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2	..	1
Bleu pâle	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1
Blanc	..	..	..	..	..	..	..	..	2	..	..	14	..	1
Blanchâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..
Blanc rosé	..	..	..	..	..	..	..	..	2	..	..	2	..	..
Blanc rougeâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2	..	..
Blanc jaunâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..
Blanc verdâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	7	..	..
Rouge	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	4	..	..
Rose ou rosé	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	4	15	..	2
Purpurin	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge vineux	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge clair	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..
Rougeâtre	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	1	..	..
Pourpre	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	1	..	..
Rouge brun	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..
Rose pourpré	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose violet ou lilacé	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	1	..	..
Vert	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Verdâtre	7	2	1	5	2	..	4	1	..	..	1	2	1	..
Jaune	..	..	..	..	13	..	..	..	..	..	1	9	..	1
Jaune clair	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..
Jaunâtre ou brun jaunâtre	..	..	..	7	11	1	..	..	..	..	..	4	1	..
Jaune soufre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune orangé ou rosé	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..
Jaune verdâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2	..	1
Violet	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	3	..	6
Violacé	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	1
Lilas	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Violet pourpre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..
Variable	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	1
Multicolore	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	1	7	..	3

	AMARYLLIDÉES	ORCHIDÉES	HYDROCHARIDÉES	JONCAGINÉES	POTAMÉES	NAIADÉES	ZOSTERACÉES	LEMNACÉES	AROÏDÉES (6 esp.)	TYPHACÉES	JONCÉES	CYPÉRACÉES	GRAMINÉES (242 esp.)
Bleu	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Bleuâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Bleu pâle	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc	5	5	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanchâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc rosé	..	1	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc rougeâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Blanc jaunâtre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	7	..	..	..
Blanc verdâtre	2	1	..	..	6	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose ou rosé	..	6	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Purpurin	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge vineux	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge clair	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rougeâtre	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Pourpre	..	6	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rouge brun	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose pourpré	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rose violet ou lilacé	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Vert	..	..	..	..	..	..	..	5	..	..	..	..	..
Verdâtre	..	2	..	3	9	2	5	..	..	..	31	133	..
Jaune	8	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune clair	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaunâtre ou brun jaunâtre	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune soufre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune orangé ou rosé	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jaune verdâtre	..	7	..	1	4	..	..	..	..	..	..	..	..
Violet	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Violacé	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Lilas	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Violet pourpre	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Variable	1	6	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Multicolore	2	15	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

On voit que (en ne s'occupant que des grandes familles) :

Chez les Renonculacées, la couleur jaune, puis la couleur blanche dominent.
Chez les Crucifères, — blanche, — jaune —
Chez les Papavéracées, — jaune, — rouge —
Chez les Caryophyllées, — blanche, — rouge —
Chez les Papilionacées, — jaune, — rouge —
Chez les Rosacées, — blanche, — jaune —
Chez les Ombellifères, — blanche, — jaune —
Chez les Composées, — jaune, — rouge —
Chez les Borraginées, — bleue, — blanche —
Chez les Scrofularinées, — rouge, — variable —
Chez les Labiées, — rouge, — jaune ou bleue —
Chez les Liliacées, — blanche, — rouge —

Si, au lieu de considérer les familles, nous considérons les grandes divisions des Angiospermes, nous obtenons le tableau suivant, où, en outre, on a totalisé les résultats relatifs à chaque couleur :

	DIALYPÉTALES	GAMOPÉTALES	APÉTALES	Total des DICOTYLÉDONES	MONOCOTYLÉDONES	TOTAL GÉNÉRAL
Bleu	16	93	0	109	7	116
Bleuâtre	12	14	0	26	3	29
Bleu pâle	2	9	0	11	1	12
Blanc	338	111	7	456	29	485
Blanchâtre	21	31	17	69	1	70
Blanc rosé	11	12	0	23	6	29
Blanc rougeâtre	1	0	1	2	2	4
Blanc jaunâtre	14	19	2	35	8	43
Blanc verdâtre	25	9	6	40	16	56
Rouge	19	42	3	64	5	69
Rose ou rosé	120	132	9	261	28	289
Purpurin	6	0	0	6	0	6
Rouge vineux	1	2	0	3	1	4
Rouge clair	0	1	0	1	1	2
Rougeâtre	11	11	5	27	2	29
Pourpre	21	8	4	33	7	40
Rouge brun	2	12	1	15	1	16
Rose pourpré	14	4	4	22	1	23
Rose violet ou lilacé	6	18	1	25	2	27
Vert	4	0	7	11	5	16
Verdâtre	25	6	77	108	189	297

	DIALYPÉTALES	GAMOPÉTALES	APÉTALES	Total des DICOTYLÉDONES	MONOCOTYLÉDONES	TOTAL GÉNÉRAL
Jaune	291	265	24	580	20	600
Jaune clair.	23	15	0	38	1	39
Jaunâtre ou brun jaunâtre. .	26	40	33	99	7	106
Jaune soufre.	1	1	0	2	0	2
Jaune orangé ou rosé . . .	12	7	1	20	1	21
Jaune verdâtre.	20	4	7		15	46
Violet	25	24	0	49	10	59
Violacé	10	16	0	26	3	29
Lilas.	15	14	0	29	0	29
Violet pourpre	3	1	0	4	1	5
Variable	86	41	0	127	9	136
Multicolore	1	37	2	40	28	68

La rareté des fleurs bleues chez les Dialypétales et leur abondance chez les Gamopétales est à noter.

En considérant, non plus les couleurs, mais les groupes, avec la répartition des teintes, proportionnellement au nombre des espèces, on obtient les graphiques (Pl. IV), lesquels sont relatifs :

aux Dialypétales *(fig. 1)*
aux Gamopétales *(fig. 2)*,
aux Apétales *(fig. 3)*,
aux Monocotylédones *(fig. 5)*,
et aux Dicotylédones en général *(fig. 4)*.

En réunissant sous un même nom les teintes les plus voisines, la couleur des fleurs de la Flore française est, par ordre de fréquence :

1° Les JAUNES avec. . . . 808 représentants.
2° Les BLANCHES avec. . . 687 —
3° Les ROUGES avec. . . . 505 —
4° Les VERTES avec. . . . 313 —
5° Les BLEUES avec. . . . 157 —
6° Les VARIABLES avec . . 136 —
7° Les VIOLETTES avec . . 122 —
8° Les MULTICOLORES avec . 68 —

Ces chiffres nous ont permis de dresser le graphique de la page suivante.

Nous n'avons considéré jusqu'ici la couleur des fleurs que dans ses rapports avec les familles et les groupes ; il nous faut maintenant l'envisager dans ses relations avec les localités. Pour nous faciliter la besogne, nous classerons ces dernières sous six rubriques principales, lesquelles correspondent à des régions suffisamment naturelles :

1° Rochers, Montagnes et Coteaux.
2° Bois et Forêts.
3° Endroits humides (Eau douce), Bords des rivières, Étangs et Marais.
4° Prés, Champs et Moissons.
5° Endroits incultes, Chemins et Murs.
6° Bords de la mer.

Dans les tableaux qui suivent et les graphiques qui les accompagnent (Pl. IV), j'ai supprimé les fleurs à couleur « variable » et celle à couleur « multicolore » pour les reporter à leur teinte la plus commune ou dominante.

Lorsqu'une même espèce se trouve dans deux régions différentes, la teinte de sa fleur est portée dans les deux tableaux correspondants (1).

(1) Les tableaux qui suivent montrent aussi que (toujours en laissant de côté les Graminées), les espèces les plus nombreuses se trouvent : 1° dans les Prés et les Champs (948 espèces). Puis viennent successivement : 2° les Montagnes et les Rochers (823 espèces) ; 3° les Lieux incultes (817 espèces) ; 4° Les Bois et les Forêts (557 espèces) ; 5° les Endroits humides (438 espèces) ; 6° les Bords de la mer (165 espèces).

Ces chiffres se décomposent ainsi :

	DICOTYLÉDONES			MONOCOTYLÉDONES	TOTAL
	DIALYPÉTALES	GAMOPÉTALES	APÉTALES		
Prés et Champs	378	383	67	120	948
Montagnes et Rochers. . . .	399	329	31	64	823
Lieux incultes	339	353	67	58	817
Bois et Forêts	240	200	38	79	557
Endroits humides	140	91	45	162	438
Bords de la mer	59	52	31	23	165

Prés, Champs, Moissons.

	DIALYPÉTALES	GAMOPÉTALES	APÉTALES	MONOCOTYLÉDONES	TOTAL
Bleu	22	80	0	4	106
Blanc.	125	61	10	23	219
Rouge	75	72	5	36	188
Jaune.	117	147	17	16	297
Vert	12	0	25	41	78
Violet	27	23	0	9	59

Montagnes, Rochers, Coteaux.

	DIALYPÉTALES	GAMOPÉTALES	APÉTALES	MONOCOTYLÉDONES	TOTAL
Bleu	17	52	0	3	72
Blanc.	142	63	6	12	223
Rouge.	71	73	4	15	163
Jaune.	130	120	16	10	276
Vert	13	3	5	24	45
Violet.	26	18	0	4	48

Endroits incultes, Chemins, Murs.

	DIALYPÉTALES	GAMOPÉTALES	APÉTALES	MONOCOTYLÉDONES	TOTAL
Bleu	9	49	0	4	62
Blanc.	97	49	12	14	172
Rouge	69	102	1	17	199
Jaune.	145	125	18	13	301
Vert	7	7	36	5	55
Violet	12	21	0	5	33

Bois et Forêts.

	DIALYPÉTALES	GAMOPÉTALES	APÉTALES	MONOCOTYLÉDONES	TOTAL
Bleu	12	33	0	4	49
Blanc.	107	48	5	24	184
Rouge	37	34	7	19	97
Jaune.	60	69	16	13	158
Vert	7		10	29	49
Violet.	17	13	0	4	34

Endroits humides, Marais, Bords des rivières.

	DIALYPÉTALES	GAMOPÉTALES	APÉTALES	MONOCOTYLÉDONES	TOTAL
Bleu	2	8	0	0	10
Blanc.	64	23	2	20	109
Rouge	24	25	5	8	62
Jaune.	40	31	28	8	107
Vert	8	0	10	124	142
Violet.	2	4	0	2	8

Bords de la Mer.

	DIALYPÉTALES	GAMOPÉTALES	APÉTALES	MONOCOTYLÉDONES	TOTAL
Bleu	2	3	0	0	5
Blanc.	20	8	6	2	36
Rouge	18	6	2	0	26
Jaune.	7	18	6	2	33
Vert	2	1	17	19	39
Violet	10	16	0	0	26

Les tableaux et les graphiques qui précèdent montrent que la répartition des couleurs des fleurs dans chacune des localités n'est pas la même que celle qui se rapporte à la statistique générale. C'est ainsi que les fleurs *jaunes*

ne gardent leur suprématie que dans les (Rochers et Montagnes), ainsi que dans les (Prés et Champs) et surtout les (Endroits incultes), tandis que dans les (Bois et Forêts), les fleurs les plus nombreuses sont les *blanches*. Dans les (Endroits humides) et les (Bords de la mer), la suprématie appartient aux fleurs *vertes*.

Quant à la deuxième ligne, elle appartient :

aux fleurs *blanches* dans les Rochers et Montagnes ;
— *jaunes* — Bois et Forêts ;
— *blanches* — Prés et Champs ;
— *rouges* — Endroits incultes ;
— *blanches* — Endroits humides ;
— *blanches* — Bords de la mer.

Enfin, les mêmes graphiques montrent que l'abondance des fleurs de même couleur, proportionnellement aux autres fleurs croissant dans les mêmes localités, doit être ainsi classée par ordre de fréquence décroissante (1) :

A. Fleurs jaunes.

1° Prés et Champs.
2° Endroits incultes.
3° Rochers et montagnes.
4° Bois et Forêts.
5° Endroits humides.
6° Bords de la mer.

B. Fleurs blanches.

1° Bois et Forêts.
2° Rochers et Montagnes.
3° Endroits humides.
4° Bords de la mer.
5° Endroits incultes.
6° Prés et Champs.

C. Fleurs rouges

1° Endroits incultes.
2° Prés et Champs.
3° Rochers et Montagnes.
4° Bois et Forêts.
5° Bords de la mer.
6° Endroits humides.

D. Fleurs vertes.

1° Endroits humides.
2° Bords de la mer.
3° Bois et Forêts.
4° Prés et Champs.
5° Endroits incultes.
6° Rochers et montagnes.

E. Fleurs bleues.

1° Prés et Champs.
2° Rochers et Montagnes.
3° Bois et Forêts.
4° Endroits incultes.
5° Bords de la mer.
6° Endroits incultes.

F. Fleurs violettes.

1° Bords de la mer.
2° Prés et Champs.
3° Rochers et Montagnes.
4° Bois et Forêts.
5° Endroits incultes.
6° Endroits humides.

(1) C'est-à-dire occupant dans les graphiques un secteur de plus en plus petit.

Comparaison de la couleur des fleurs avec le spectre.

Il était intéressant, ainsi que me l'a suggéré mon excellent ami, M. Téodoresco, de comparer la couleur des fleurs avec le spectre solaire. Dans cette comparaison, il faut, bien entendu, exclure les fleurs blanches (1), les fleurs multicolores et les fleurs à teinte variable.

Soit 1 2 3 4 5 6 (*fig. 1*) une ligne sur laquelle sont indiquées les couleurs du spectre dans leur ordre naturel : Rouge, Jaune, Vert, Bleu, Violet.

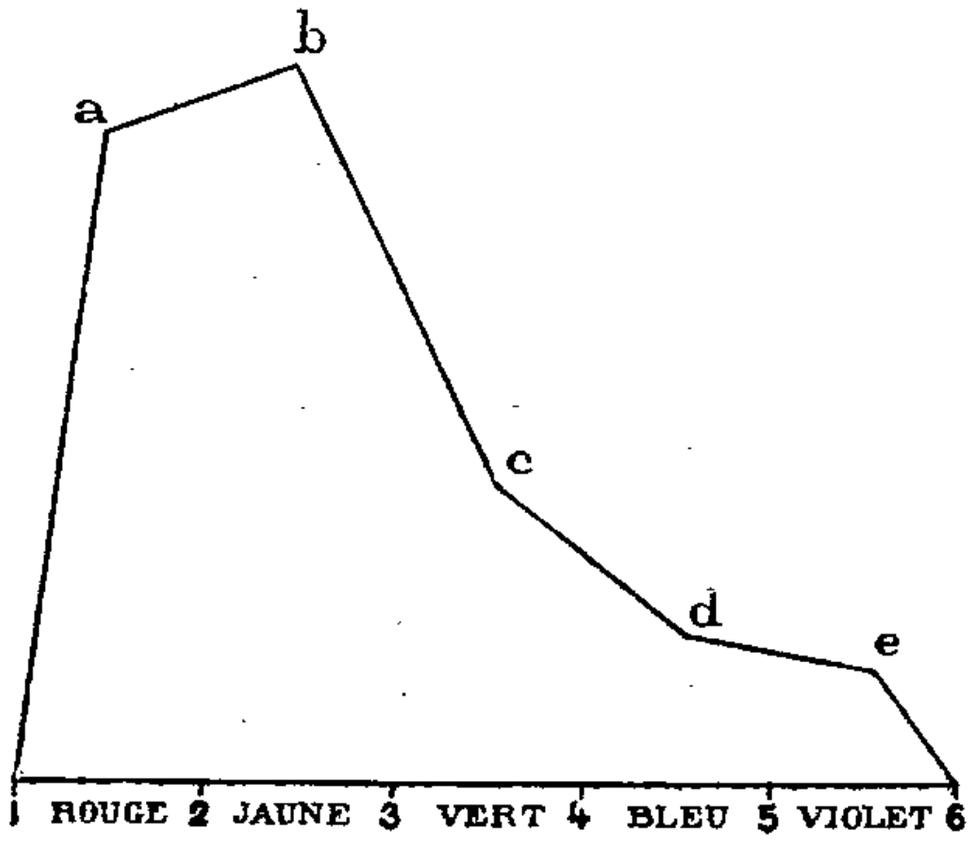


Fig. 1. — Courbe représentant la fréquence de la couleur des fleurs comparée aux couleurs du spectre.

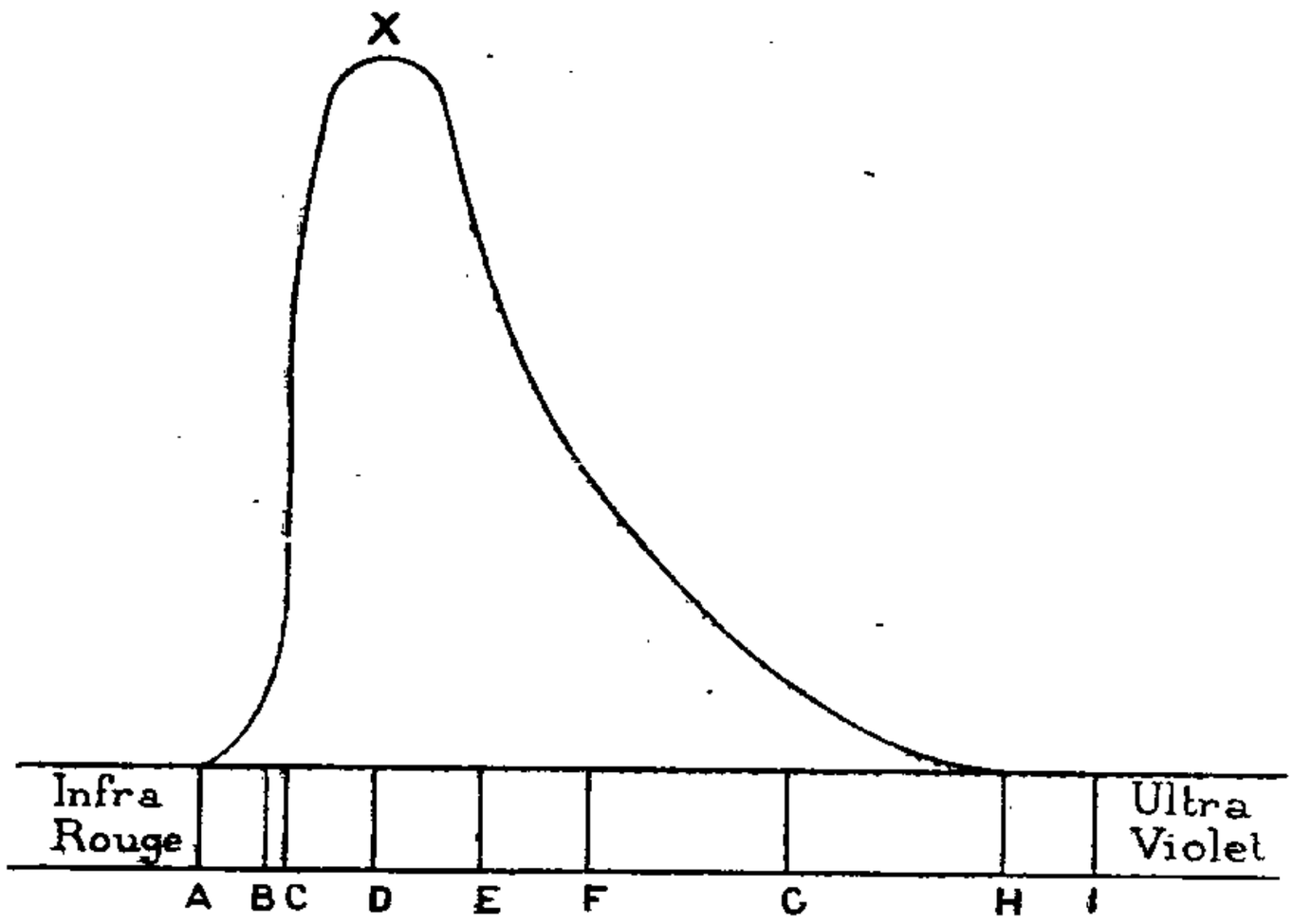


Fig. 2. — Courbe des intensités lumineuses du spectre.

Au milieu des lignes représentant ces cinq couleurs, élevons des verticales de longueur proportionnelle au nombre des fleurs. Réunissons les points

(1) Comme plusieurs auteurs l'ont remarqué, il n'y a, en réalité, pas de fleurs d'un blanc absolument pur. Pour s'en convaincre, il ne faut pas examiner les fleurs dans un jardin ou dans la nature, mais les placer sur une feuille de papier blanc : on voit alors que le blanc qui paraissait pur lorsqu'il se détachait sur le fond vert des autres plantes, est lavé de rose, de vert, de violet, de bleu ou de jaune Pour une comparaison rigoureuse avec le spectre, lesdites fleurs blanches devront donc être réparties dans les autres couleurs, mais il est certain que cette addition ne changerait rien à l'allure de la courbe.

obtenus et nous obtenons la courbe *1 a b c d e 6* qui est bien homogène. On la voit s'élever du rouge au jaune, point maximum et, de là, redescendre progressivement au vert, puis au bleu pour arriver enfin au violet, point minimum. La continuité de cette courbe est-elle un pur hasard ou y a-t-il là plus qu'une simple coïncidence? C'est ce que l'étude de la physiologie des pièces florales nous fera sans doute connaître un jour.

Contentons-nous de représenter à côté de la courbe précédente, un spectre (*fig.* 2), avec la courbe AXH représentant l'intensité de la lumière en ses différents points. L'analogie de ces deux courbes est frappante et digne d'attirer l'attention.

M. L. DUCAMP

Préparateur de botanique à la Faculté des Sciences de Lille.

DE LA PRÉSENCE DE CANAUX SÉCRÉTEURS DANS L'EMBRYON DE L'*HEDERA HELIX L.* AVANT LA MATURATION DE LA GRAINE [581.14:583.491]

— Séance du 13 septembre —

Dans le cours de nos recherches sur l'embryogénie des Araliacées, nous avons observé la formation de canaux sécréteurs dans l'embryon du Lierre avant même que la graine soit arrivée à complète maturité.

L'embryon montre de bonne heure une différenciation interne assez marquée; les cotylédons ne sont pas encore indiqués qu'on y distingue le cylindre central, l'écorce et l'épiderme. Les mamelons cotylédonnaires étant formés, l'assise externe du cylindre central se différencie nettement des autres plus internes par une affinité plus forte pour les matières colorantes et par la taille de ses cellules plus grande que celle des voisines; c'est l'assise péricyclique. C'est dans cette assise que prennent naissance les canaux sécréteurs.

Dans un premier stade on voit deux canaux quadrangulaires opposés dans l'axe hypocotylé depuis la coiffe jusqu'à la base des cotylédons; ils correspondent même à ceux-ci et ce sont les deux canaux qui, plus tard, s'y rendront.

A un autre stade le nombre des canaux est plus élevé. Les deux canaux quadrangulaires cités plus haut sont quelquefois accompagnés d'un canal triangulaire de chaque côté; de plus, suivant le petit axe de la section de

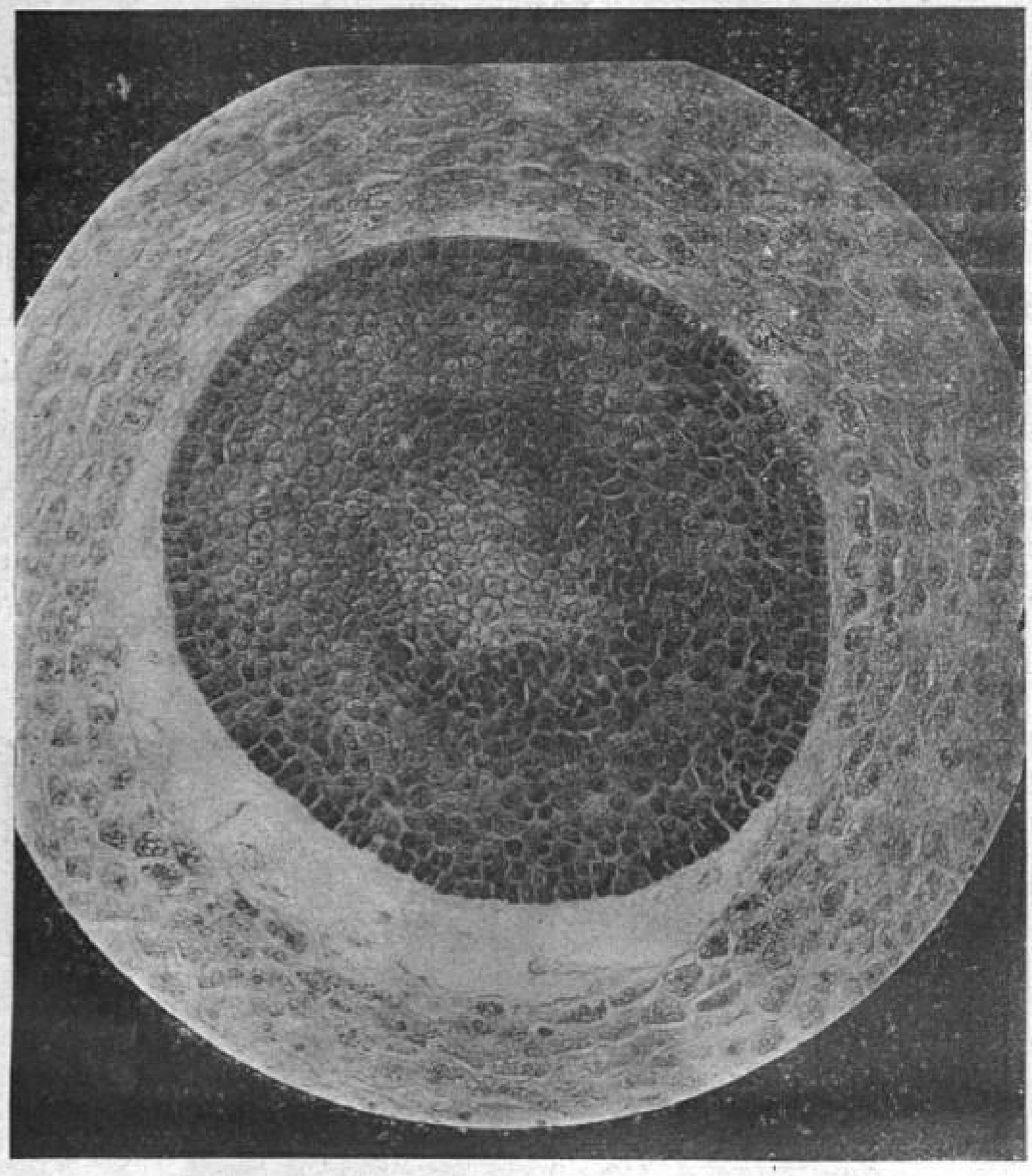


FIG. 1. — Section transversale de l'axe hypocotylé au point où l'épiderme commence à se dédoubler. Elle montre deux canaux sécréteurs opposés suivant le grand diamètre de la section.

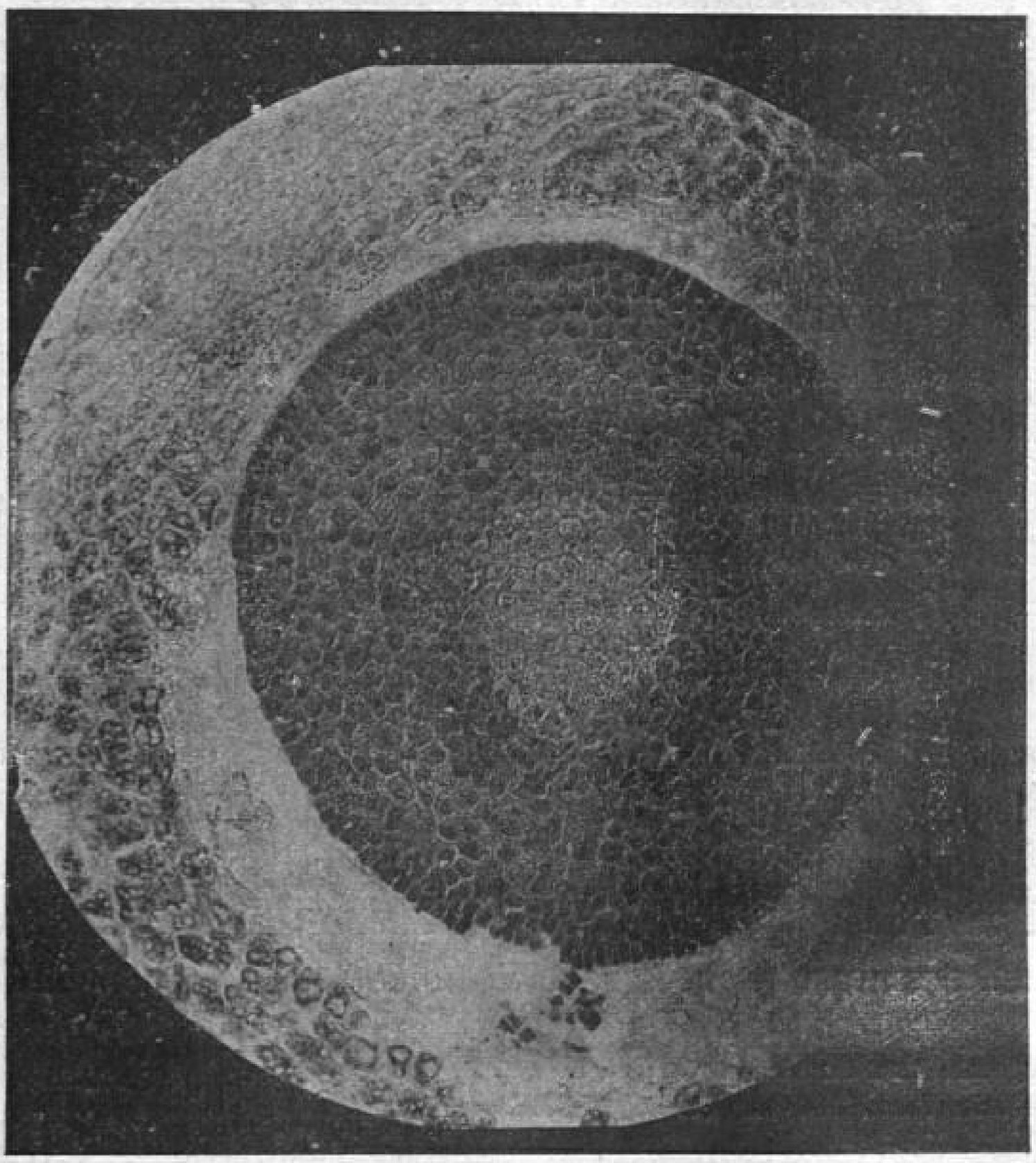


FIG. 2. — Coupe transversale de l'axe hypocotylé faite dans sa région moyenne et présentant les deux mêmes canaux sécréteurs.

l'axe hypocotylé, il y a deux autres canaux quadrangulaires dans le péricycle ; deux triangulaires les accompagnent latéralement.

Une section transversale faite à la base des cotylédons montre un canal sécréteur médian quadrangulaire et deux autres le plus souvent pentagonaux accompagnant les deux faisceaux procambiaux qui se rendent à chaque cotylédon. Dans la section transversale moyenne du cotylédon, la nervure médiane présente une ou deux trachées vers la face interne et un canal à cinq ou six cellules sécrétrices vers la face externe ; les éléments procambiaux sont situés entre ces deux points et surtout un peu latéralement. Ce canal sécréteur se prolonge jusque très près du sommet du cotylédon et se termine avec la nervure médiane.

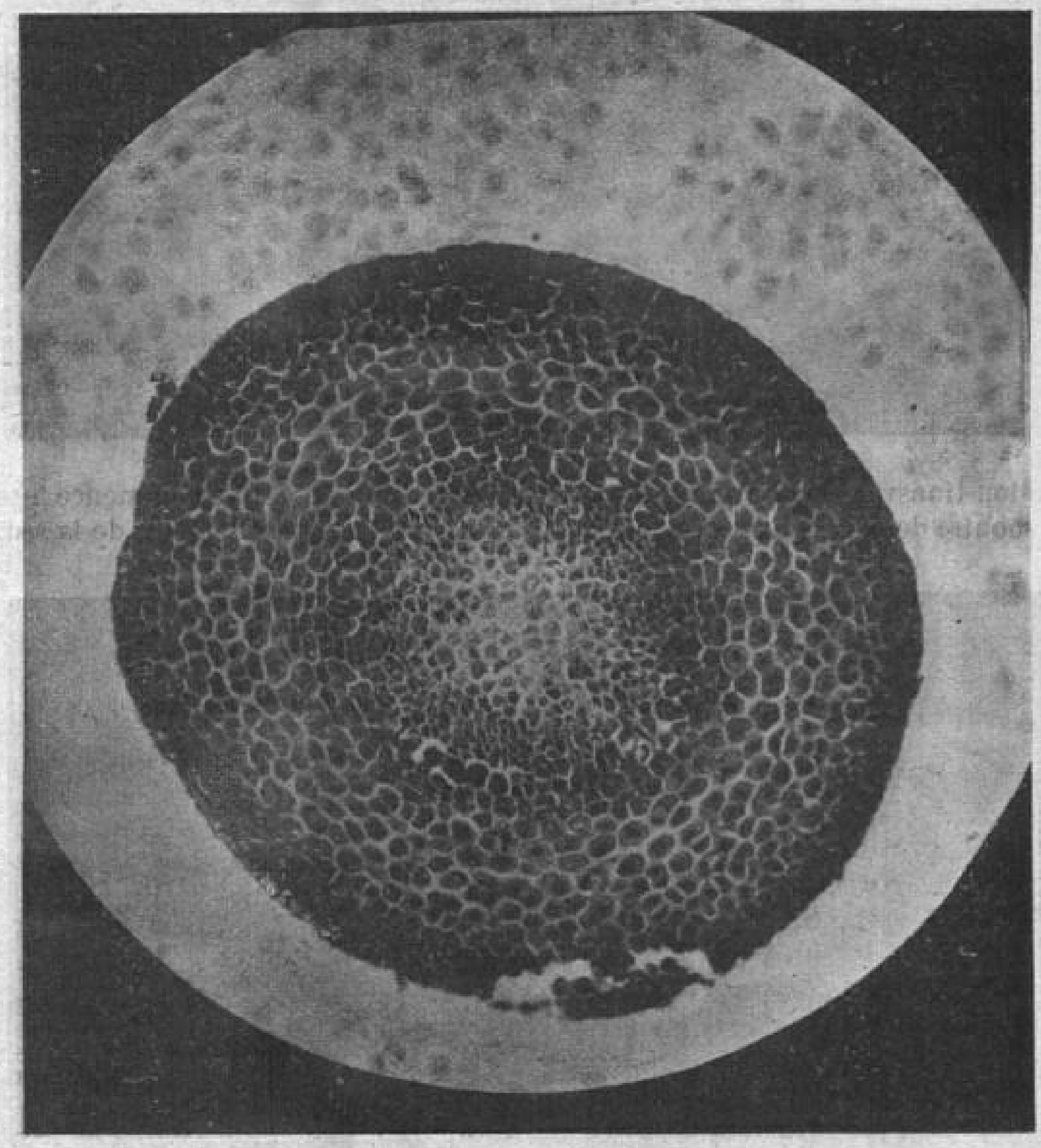


FIG. 3. — Coupe transversale faite dans la région moyenne de l'axe hypocotylé d'un embryon arrivé presque à maturité. Le péricycle comprend quatre plages sécrétrices.

Le processus formatif est de mode schizogène, comme l'ont indiqué M. van Tieghem (1) et Mlle Leblois (2). La cellule mère péricyclique présente un noyau volumineux et un protoplasme très dense se colorant fortement par l'hématoxyline et l'éosine. Elle se divise radialement, puis les deux cellules ainsi formées se cloisonnent tangentiellement. Un petit

(1) van Tieghem. *Ann. Sc. nat.*, 7e série, t. I, 1885.

(2) Mlle Leblois. *Recherches sur l'origine et le développement des canaux sécréteurs et des poches sécrétrices*. Thèse 1888.

méat quadrangulaire se forme par décollement de la lamelle moyenne ; ce décollement s'accentue et bientôt le canal occupe un espace presque égal en section aux cellules voisines. Tel est le développement d'un canal sécréteur quadrangulaire ; le processus est analogue pour les canaux sécréteurs triangulaires.

Les cellules bordant chaque canal fonctionnent comme cellules sécrétrices avant d'arriver à la période de repos embryonnaire. Nous avons observé, en effet, de la gommo-résine dans les canaux d'embryons arrivés à maturité.

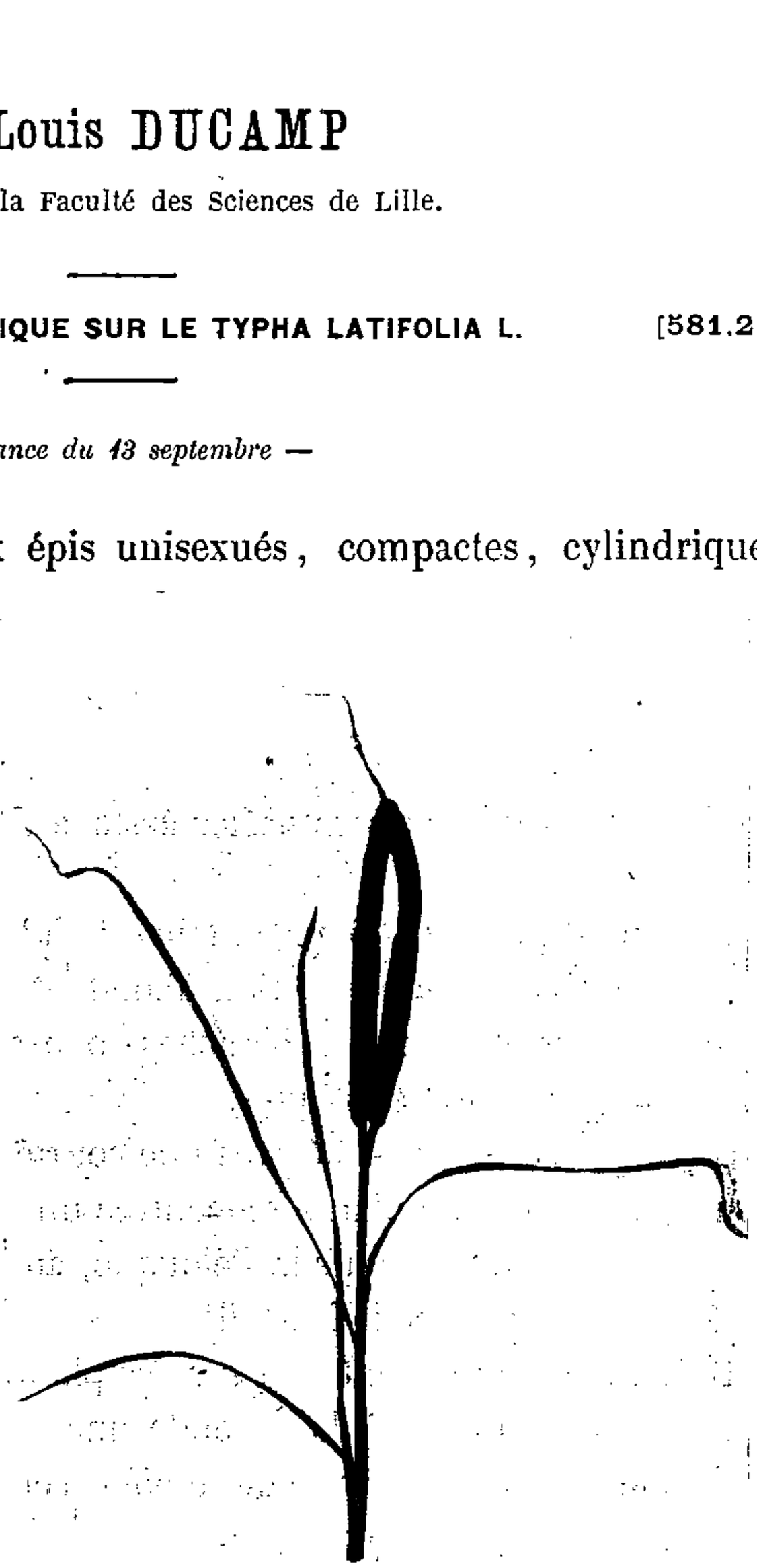
M. Louis DUCAMP

Préparateur à la Faculté des Sciences de Lille.

NOTE TÉRATOLOGIQUE SUR LE TYPHA LATIFOLIA L. [581.21]

— Séance du 13 septembre —

Les Typha présentent deux épis unisexués, compactes, cylindriques qui sont contigus chez *T. latifolia* L. Pendant la fructification, l'épi mâle se débarrasse de ses fleurs et se trouve bientôt réduit à son axe, tandis que l'épi femelle grossit et forme une sorte de quenouille. Très souvent l'épi femelle porte vers son milieu un étranglement ; quand cet étranglement s'exagère, on a deux épis femelles sur la même hampe, fait que l'on rencontre quelquefois.



La figure ci-jointe, faite d'après une photographie, présente un cas beaucoup plus rare. La hampe florale a deux épis femelles situés côte à côte et un seul axe qui portait les fleurs mâles. Ces deux épis femelles montrent deux étranglements un peu au-dessus du milieu de leur longueur, et une ligne

interne assez marquée où les fruits sont moins nombreux ; ils forment deux arcs réunis par leurs extrémités et, par suite de cette disposition particulière, la dessication a amené la fente de la hampe florale au point de naissance des deux quenouilles. Remarquons que l'axe de l'épi mâle est un peu aplati. Aussi cette anomalie peut s'expliquer de la façon suivante. L'extrémité de la hampe florale représenterait une fasciation de deux rameaux qui se seraient individualisés sous le bourgeon terminal. Seule l'anatomie de la hampe florale sous les quenouilles pourrait nous renseigner sur la valeur de cette hypothèse.

M. le Dr C. GERBER

Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

ZOOCÉCIDIES PROVENÇALES [632]

— Séance du 9 septembre 1901 —

I. — PHYTOPTOCÉCIDIES OBSERVÉES SUR *CLEMATIS FLAMMULA* L.

Rien n'est plus facile à reconnaître de loin, même avant la fructification, que *Clematis Flammula* L. Son abondant feuillage formé de nombreuses folioles ovales et ses fleurs blanches, odorantes, à pétales caducs sont, en effet, des plus caractéristiques.

Cependant ce n'a pas été sans une courte hésitation que je me décidai à donner ce nom à une plante rencontrée un peu plus loin que le chemin des Pradets, près du vallon de la Pélouque, au cours d'une herborisation faite à Séon, aux environs de Marseille.

Un simple coup d'œil jeté sur les photographies 1 et 2 représentant la première une branche, la seconde une extrémité fleurie de cette plante suffit pour juger combien peu, en effet, celle-ci ressemble à *Clematis Flammula* L.

Un rapide examen à la loupe, fait sur place, permit de reconnaître, à côté de pucerons, de petits animaux aptères, allongés, à surface brillante, courant sur les folioles et sur les pièces périanthiques déformées et qui semblaient bien être des *Eriophyidæ*. L'examen microscopique confirma ce

diagnostic. Nous avions donc très probablement une zoocécidie et la question se posait de savoir quel était, de l'Aphidien ou de l'Acarien, l'auteur de cette cécidie. L'un et l'autre furent isolés et chaque espèce ensemencée sur des pieds différents et très éloignés, de *Clematis Flammula*. Les pieds



FIG. 1.



FIG. 2.

FIG. 1. — Branche de *Clematis Flammula* L. avec phytoptocécidies foliaires.
FIG. 2. — Extrémité fleurie de *Clematis Flammula* L. avec pLytoptocécidies florales.

seuls qui avaient reçu l'*Eriophyidæ* présentèrent des déformations foliaires et florales analogues à celles observées sur la plante de Séon. Donc nous étions en présence d'une *phytoptocécidie*.

Nous allons étudier successivement : 1° le parasite; 2° les déformations observées ; puis nous ferons quelques observations résultant des infections expérimentales.

1° Étude du parasite.

Si, à notre connaissance du moins, c'est la première fois que l'on signale une Phytoptocécidie florale sur *Clematis Flammula* L., par contre, on a signalé depuis longtemps sur toutes les autres Clématites des cécidies produites par des *Eriophydæ*. Il est donc de toute nécessité de comparer notre parasite à ceux déjà étudiés.

Canestrini a décrit et figuré (1) un Eriophyes : *Eriophyes Vitalbœ* Cn., lequel détermine des renflements sur les bords des folioles de *Clematis Vitalba* L., ainsi que Massalongo l'a constaté à Avesa près Vérone en Italie. Notre espèce ne peut en aucune façon se rapprocher de celle-ci puisque le nombre de lignes transversales ventrales est égal à celui des lignes dorsales chez *E. Vitalbœ* Cn., qui par cela seul appartient aux *Eriophyinæ*, tandis qu'il est supérieur chez notre espèce, laquelle appartient à la seconde sous-famille, celle des *Phyllocoptinæ*.

D'autre part, Nalepa a décrit et figuré un Epitrimerus: *Epitrimerus heterogaster* N., qui produit des déformations foliaires chez *Clematis recta* L, *C. cirrhosa* L., C. (*Atragene*) *Alpina* (L.), déformations rencontrées dans l'Europe centrale, en Italie et en Algérie. Cet Epitrimerus fait partie des Phyllocoptinæ tout comme notre espèce. De plus, cette dernière présente, comme lui, deux sillons longitudinaux latérodorsaux déterminant une voussure médiane dorsale; mais nous avons, chez notre espèce, deux autres dépressions longitudinales latéroventrales, si bien qu'au lieu des trois lobes longitudinaux de *E. heterogaster* N., nous en avons quatre; ajoutons que dans l'espèce de Nalepa le bouclier recouvre complètement le rostre, tandis que chez le parasite de *Clematis Flammula* L., ce dernier dépasse de beaucoup le bord antérieur du bouclier; enfin, tandis que le nombre des demi anneaux dorsaux est plus petit chez notre espèce que chez *E. heterogaster* N., la longueur du corps est plus considérable, si bien que les lignes transversales dorsales sont beaucoup plus éloignées les unes des autres, dans le parasite de *Clematis Flammula* L. que dans celui décrit par Nalepa.

Nous sommes donc obligés de considérer notre espèce comme nouvelle, et nous l'appellerons *Epitrimerus Flammulæ*.

Voici sa description.

Diagnose de Epitrimerus Flammulæ.

A. — Femelle.

Corps allongé, mesurant environ 214μ de l'extrémité antérieure du bouclier à l'extrémité postérieure de la queue, atteignant sa plus grande largeur à la limite postérieure du bouclier (61μ) et allant ensuite en s'atténuant progressivement jusqu'à l'extrémité postérieure.

Le *céphalothorax* a la forme d'un cône à large ouverture circulaire, dont le sommet est constitué par le rostre.

Le *bouclier* céphalothoracique présente la forme d'un trapèze arrondi aux extrémités et dont les bords antérolatéraux, sont une fois et demie plus larges

(1) *Phytoptus Vitalbœ*. Prospetto dell' Acarofauna italiana. V. 5, p. 627, t. 53, f. 3, 4.

(2) *Cecidophyes heterogaster*. N. Acta Ac. Léop. V. 55, p. 330, t. 4, fig. 5, 6.

que les bords postérolatéraux, l'angle constituant l'extrémité antérieure étant également une fois et demi plus petit que l'angle postérieur obtus. Les bords antérolatéraux ne recouvrent qu'en partie les coxa des deux paires de pattes.

La surface du bouclier présente des ornementations appartenant à trois systèmes distincts : deux latéraux occupant les parties latérales, un central occupant la région médiane et séparé des premiers par les lignes sur lesquelles s'insèrent les mamelons des deux soies dorsales.

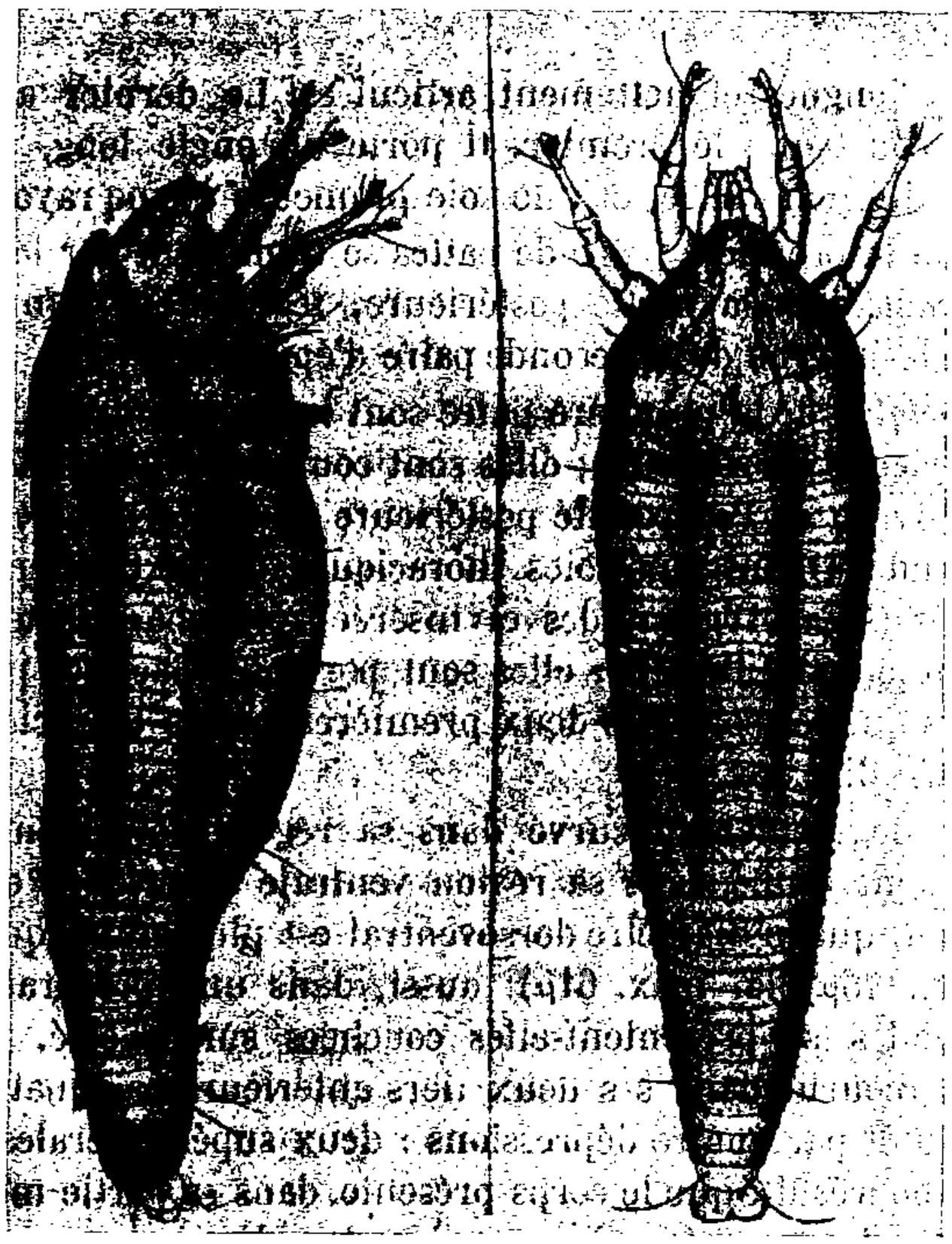


FIG. 3. FIG. 4.

FIG. 3. — *Epitrimerus Flammulæ*. Femelle. Profil.
FIG. 4. — *Epitrimerus Flammulæ*. Femelle. Face dorsale.

Le système central comprend une crête courbe logée dans l'angle postérieur du bouclier et présentant souvent deux ou trois petites crénelures, sortes de tubercules; cette crête est enveloppée latéralement par deux autres crêtes présentant également assez souvent quelques tubercules et qui constituent l'extrémité postérieure des deux saillies linéaires longitudinales; celles-ci se rapprochent l'une de l'autre en avant de la crête centrale, puis, suivant un contour sinueux, arrivent jusqu'à l'extrémité antérieure du bouclier, après avoir émis chacune deux ramifications courtes, vers les systèmes latéraux et une ramification vers la région médiane.

Les systèmes latéraux sont formés chacun de deux lignes longitudinales dont les régions moyennes et postérieures se ramifient de façons à constituer des étoiles, et dont la région antérieure se termine avant d'atteindre le sommet du bouclier.

Les *soies dorsales*, courtes ($l = 11\mu$), raides, à pointe dirigée vers l'axe du bouclier, sont insérées, chacune par un mamelon applati, sur une ligne sinueuse

antéropostérieure: l'ensemble (ligne sinueuse et soie correspondante) forme un système étoilé que l'on confond au premier abord avec les étoiles des champs latéraux. Les mamelons des soies dorsales sont situés sur la ligne qui réunit les deux sommets latéraux du bouclier à égale distance de ces sommets et de la diagonale antéropostérieure. Ils sont donc écartés l'un de l'autre et assez loin du bord postérieur du bouclier.

Le *rostre* se montre en avant du bouclier trop court pour le recouvrir. Il est courbé vers la face ventrale et dirigé en avant. Sa longueur, en avant du bouclier, est de 25μ.

Les *pattes* sont longues et nettement articulées. Le dernier article du tarse est un peu plus court que le premier. Il porte un ongle long, légèrement recourbé, à extrémité non effilée, et une soie plumeuse à cinq rayons?

Les *épimères* de la première paire de pattes se réunissent sur la ligne médiane en une *crête sternale* dont la partie postérieure, légèrement bifurquée, n'arrive pas jusqu'à l'angle interne de la seconde paire d'épimères.

Les *soies thoraciques* de la première paire sont insérées à droite et à gauche de l'extrémité antérieure du sternum; elles sont courtes. Celles de la seconde paire se trouvent au niveau de l'extrémité postérieure de ce sternum et sont de taille un peu plus grande. Quant aux soies thoraciques de la troisième paire, elles sont très grandes (lo = 17μ), raides et insérées plus bas, juste au-dessus de l'appareil génital femelle. De plus, elles sont portées, chacune, par un très fort mamelon, tandis que les soies des deux premières paires thoraciques n'en présentent pour ainsi dire pas.

L'*abdomen* est légèrement incurvé dans sa région dorsale médiane et, au contraire, fortement renflé dans sa région ventrale antérieure et médiane. Ce renflement est tel, que le diamètre dorsoventral est plus grand que le diamètre latéral (ép. max. 75μ, la. max. 61μ): aussi, dans une préparation microscopique, les femelles se présentent-elles couchées sur le côté. La surface de l'abdomen est parcourue dans ses deux tiers antérieurs par quatre sillons longitunaux, ou plutôt par quatre dépressions : deux supérolatérales et deux indiférolatérales; il en résulte que le corps présente, dans sa partie moyenne, quatre régions longitudinales bombées : la première dorsale, deux autres latérales et la quatrième ventrale, c'est cette dernière qui offre la voussure la plus forte.

La voussure dorsale et les deux latérales, ainsi que les dépressions supérolatérales sont parcourues transversalement par un certain nombre de lignes; ces lignes divisent le dos de l'animal en segments assez larges dont elles constituent les articulations et qui présentent des ponctuations assez éloignées les unes des autres. La voussure centrale et les deux dépressions inférolatérales sont parcourues par des lignes beaucoup plus rapprochées les unes des autres que les lignes dorsales, si bien qu'à un segment dorsal correspondent à peu près deux segments ventraux; de plus, les segments ventraux qui portent des ponctuations sont beaucoup plus fines et plus nombreuses que les ponctuations dorsales.

Quant au tiers postérieur de l'abdomen, il ne présente aucune voussure ni dépression; sa forme est cylindrique jusqu'au voisinage de la queue où le corps s'atténue assez brusquement.

Dans cette région postérieure de l'abdomen, les bandes ventrales sont aussi larges que les bandes dorsales, aussi a-t-on des anneaux complets limités, aussi bien sur le ventre que sur le dos, par des lignes d'articulation offrant un certain nombre de ponctuations.

Le nombre des segments dorsaux de l'abdomen est de 50 environ, dont les 30 ou 35 premiers se dédoublent en passant sur le ventre, tandis que les 20 ou 15 derniers ne subissent aucun dédoublement.

De chaque côté de la région ventrale antérieure de l'abdomen partent quelques lignes longitudinales ponctuées finement, qui viennent occuper la place laissée libre entre les bords latéraux du bouclier et le bord externe des épimères.

Les *soies latérales*, plus longues que les soies dorsales (14μ), mais plus fines, moins raides, sont insérées un peu plus bas que les soies génitales et très à l'extérieur de celles-ci.

Les soies de la *seconde* et de la *troisième paire ventrale*, de même longueur que les soies latérales (14μ), mais plus raides, sont situées sur la ligne longitudinale passant par les soies génitales et par les soies caudales; elles sont donc très rapprochées de la ligne médiane ventrale; quand aux soies de la *première paire ventrale*, elles sont plus longues (25μ), moins raides et situées plus à l'extérieur.

Les *soies caudales* sont relativement courtes (25μ); elles sont accompagnées de deux petites *soies accessoires* très raides.

L'*epigynium* est assez grand (largeur 24μ); il est formé de deux valves; la valve externe présente la forme d'un toit incliné sur les deux côtés et strié longitudinalement; elle s'appuie sur la valve interne hémisphérique et également striée longitudinalement; quant aux *soies génitales*, elles sont insérées latéralement et ne sont guère plus longues que les soies dorsales (longueur 11μ).

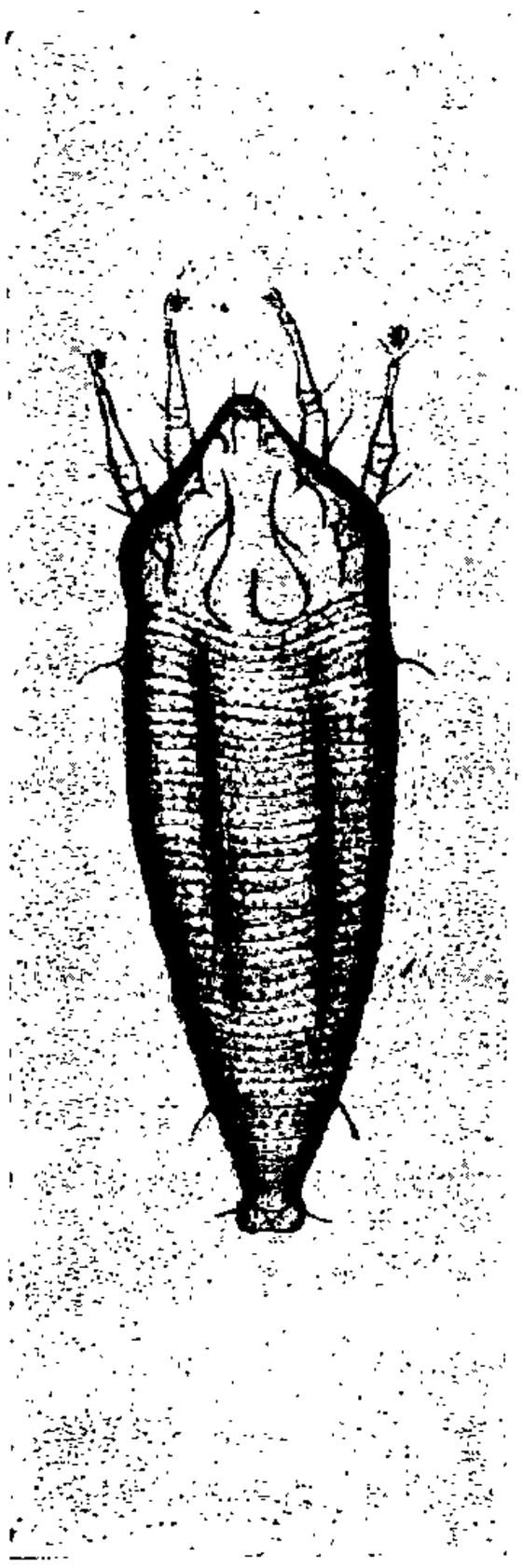


FIG. 5.
Epitrimerus Flammulæ.
Mâle. Face dorsale.

B. — MALE.

Le mâle est beaucoup plus petit que la femelle. Sa longueur, de l'extrémité antérieure du bouclier au bord postérieur de la queue, n'est que de 108 μ; sa largeur au bord postérieur du bouclier est de 42 μ.

Le bouclier, à l'inverse de se qui se passe chez la femelle, recouvre complètement le rostre dont on ne voit poindre, en avant, que deux soies.

Le bouclier est moins ornementé que celui de la femelle, bien que répondant au même type.

L'*epiandrium* a la forme d'une fente presque droite de 15 μ de large. La région ventrale de l'abdomen ne présente pas le renflement si caractéristique de la femelle; aussi, dans les préparations microscopiques, ceux-ci se présentent-ils de dos ou de ventre, généralement, tandis que les femelles se présentent, de préférence, latéralement.

Nous avons représenté dans la figure 5 le mâle vu de dos. Il suffit de comparer cette figure avec les figures 3 représentant la femelle vue de côté et 4 représentant la femelle vue de face, pour être frappé des différences que le mâle et la femelle présentent.

2° Étude des déformations observées sur la plante parasitée.

Ces déformations se rencontrent, avons-nous dit, sur les feuilles et sur les fleurs

a) *Feuilles.*

La surface des folioles attaquées par le parasite est rugueuse, couverte de verrues, de petites pustules ; ces folioles se sont considérablement épaissies et la partie attaquée se contourne en tous sens. Quiconque a fait un peu de médecine est frappé de l'analogie morphologique que présente cette déformation avec celle offerte par certains tissus animaux atteints d'affection cancéreuse. On dirait un épithélioma de la feuille.

L'étude anatomique révèle d'ailleurs d'autres analogies en montrant que la foliole attaquée présente un bourgeonnement intense de la couche épidermique et des assises sous-épidermiques. Les méats intercellulaires du parenchyme ont complètement disparu dans la feuille attaquée ; les cellules se sont agrandies, sont devenues toutes semblables, polyédriques ; le noyau est gros, le protoplasma granuleux, abondant ; c'est à peine si l'on distingue des vacuoles ; les grains de chlorophylle sont petits et d'un vert moins intense ; en un mot les modifications anatomiques sont de même ordre que celles signalées par M. Molliard dans diverses phytoptocécidies (1). Tout révèle une activité cellulaire extrême, désordonnée, déterminée par l'excitant mécanique ou peut-être chimique? dû au parasite.



FIG. 6.
Feuilles parasitées de *Clematis Flammula* L.

La photographie 6 représentant des feuilles légèrement attaquées par l'acarien, montre très nettement la transformation des folioles déterminée par l'*Epitrimerus* qui pullule à la surface des mamelons pathologiques au point que l'on est en droit de penser que cette hypertrophie cellulaire occasionnée par l'Eriophyide lui constitue une réserve alimentaire dans laquelle il puise, et qui s'accroît d'autant plus que le nombre des consommateurs augmente.

b) *Fleurs.*

Périanthe. — Les *pièces périanthiques*, de blanches qu'elles étaient dans la fleur normale, sont devenues brunes ; elles se sont allongées beaucoup et leur épaisseur a plus que doublé ; même surface mamelonnée que les folioles ; mêmes modifications anatomiques, avec apparition de petits granules de chlorophylle d'un jaune verdâtre dans les cellules.

Fréquemment le périanthe entier est attaqué, c'est ce que représente la photographie 10 où l'on voit à côté d'une fleur normale, sur la même tige, une fleur à enveloppe couverte de pustules ; mais il arrive assez souvent qu'une, deux ou

(1) Recherches sur les Cécidies florales. *Ann. Sc. Nat. Bot.*, huitième série, t. I, pp. 190-223 pl. XII, XIII et XIV.

trois des quatre pièces périanthiques soient normales, blanches, le parasite se localisant sur les autres pièces.

C'est ainsi que la fleur de droite de la photographie 9 présente les trois pièces supérieures attaquées et la quatrième, inférieure, normale, tandis que la fleur de gauche offre trois pièces normales et une quatrième atteinte légèrement. ***Les pièces périanthiques épaissies et hypertrophiées par le parasite deviennent persistantes.*** C'est ainsi qu'une fleur infectée expérimentalement le 15 août et dont le périanthe a subi sa modification complète le 21 août présentait ce périanthe aussi bien développé, aussi vivant le 2 novembre.

Disons pour terminer que tantôt le pédicelle de la fleur est normal alors que le périanthe est attaqué, tantôt au contraire le pédicelle présente les mêmes modifications morphologiques et anatomiques que ce périanthe ; c'est ce que l'on voit dans la photographie 7.

FIG. 7. FIG. 8.



FIG. 9. FIG. 10.

FIG. 7. — Bouton floral déformé avec pédicelle épaissi et couvert de pustules dues au parasite.
FIG. 8. — Fleur à périanthe et étamines déformées par l'action du parasite.
FIG. 9. — Deux fleurs, l'une à trois pièces périanthiques attaquées, l'autre à une seule.
FIG. 10. — Fleur de *Clematis Flammula* L., à périanthe totalement déformé.

Étamines. — Parfois elles sont normales, et les grains de pollen arrivent à leur parfait développement ; cela se produit surtout quand les pièces périanthiques ne sont pas toutes atteintes *(phot. 9)* ; d'autre fois, au contraire, le filet est fortement épaissi et rugueux, l'anthère verdit, développe considérablement l'épaisseur de ses loges de façon à prendre une forme triangulaire ; dans ce cas,

l'assise sous-épidermique prolifère comme l'assise épidermique pour constituer les mamelons externes et ne devient pas assise mécanique ; d'ailleurs, cela serait inutile, car les cellules mères des grains de pollen n'atteignant pas tout leur développement, il n'existe pas de grains de pollen *(phot. 8)*.

Carpelles. — Ou bien ils s'atrophient rapidement, disparaissent pour ainsi dire, quand l'enveloppe périanthique et les étamines sont fortement attaquées, ou bien ils se développent normalement et forment des graines qui mûrissent, quand l'attaque des verticilles externes est légère, ou bien enfin leur surface devient rugueuse, ils sont plus gros que les fruits normaux tandis que la graine s'atrophie, se dessèche dans leur intérieur ; il semble, dans ce dernier cas, que le carpelle ne se développe plus sous l'influence du parasite interne de la graine et dans l'intérêt de celle-ci, mais sous l'influence du parasite externe, l'acarien, pour le compte de ce dernier.

3° Observations résultant des infections expérimentales.

L'hypertrophie des parois du fruit avec excroissances à la surface, s'est produite dans les clématites infectées expérimentalement, sur les fleurs ayant reçu le parasite alors que les pièces périanthiques étaient déjà tombées.

Les pieds sur lesquels nous pratiquâmes l'ensemencement de l'Eriophyide étaient en effet de deux sortes : les uns, au début de leur végétation, à feuilles tendres, jeunes, non encore complètement développées, commençaient à fleurir ; les autres, plus âgés, à feuilles complètement développées, coriaces, à fleurs passées, portaient des fruits à style plumeux déjà assez allongé.

Les premiers présentèrent les mêmes modifications que les pieds de Séon : c'est-à-dire bourgeonnement des surfaces foliaires, périanthiques et staminales ; atrophie des carpelles.

Les seconds ne présentèrent jamais d'altération sur les feuilles, mais, par contre, les jeunes fruits se développèrent anormalement et leur surface devint rugueuse.

De ces expériences se dégagent deux faits : *a*, les feuilles jeunes sont attaquées et non les feuilles adultes ; *b*, les carpelles, avant la fécondation, ne s'hypertrophient pas, tandis que les jeunes fruits s'hypertrophient.

Or, dans les feuilles jeunes, les cellules sont éminemment actives ; le protoplasma est le siège de phénomènes physiologiques très intenses déterminant l'accroissement et la segmentation rapides des cellules ; aussi ces dernières, très vivantes, réagissent-elles avec énergie sous l'influence de l'excitant nouveau, mécanique ou chimique apporté par le Phytoptide. Dans les feuilles âgées au contraire, l'activité protoplasmique est très faible ; plus de segmentation de cellules ; tout se réduit aux phénomènes probablement diastasiques de l'assimilation chlorophylienne et de la condensation

des matières sucrées en hydrates de carbone; aussi, conçoit-on que ces cellules, peu vivantes, réagissent peu ou pas sous l'action du parasite.

D'autre part, ne n'est qu'après la fécondation de l'ovule par l'agent mâle que les cellules des feuilles carpellaires se mettent à proliférer avec intensité pour constituer l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe qui doivent protéger la graine. C'est donc surtout, comme l'expérience l'a montré, lorsque le parasite attaquera le carpelle à l'état de jeune fruit, que les cellules de ce dernier, très actives, pourront réagir sous l'influence de l'excitant nouveau et constituer les excroissances de la surface carpellaire.

Il résulte, on le voit, de nos expériences d'infection expérimentale, que les déformations sont fonction de l'âge de la plante attaquée.

Au moment de l'apparition du parasite sur une plante, dans les conditions ordinaires, les organes attaqués sont : les uns, jeunes, en pleine période de développement, formés par suite de cellules actives, les autres âgés, à développement terminé, formés de cellules peu actives; les premiers organes s'hypertrophient; il se produit, à leur sujet, quelque chose de semblable à l'inflammation substitutive de l'ancienne médecine; l'activité cellulaire est détournée de son but (non formation des grains de pollen, atrophie des jeunes graines); les seconds organes résistent au parasite ou se nécrosent, se flétrissent, suivant le degré de dureté de leurs tissus et suivant que les substances excrétées par le protoplasma des cellules vieilles sont toxiques ou non pour le parasite.

II. — Phytoptocécidies observées sur *CENTAUREA ASPERA* L.

Certes, *Centaurea aspera* L. est encore plus facile à reconnaître que la plante dont nous venons de parler, et il n'est pas un botaniste qui puisse avoir la moindre hésitation quand on lui présente cette plante soit en fleurs, soit en boutons. Tel n'a cependant pas été notre cas, lorsque M. Reynier, le zélé botaniste provençal, nous soumit l'échantillon photographié dans la figure 12 ; mais il nous suffira de prier le lecteur de comparer cette photographie à celle d'un échantillon normal (*fig. 11*) pour être excusé par lui.

Ce qui caractérise avant tout, en effet, *Centaurea aspera* L., c'est le caractère élancé, dégagé de la plante émettant à l'extrémité de rameaux grêles, allongés, étalés, des capitules solitaires; on ne rencontre jamais de capitules à l'aisselle des diverses feuilles éparses sur ces rameaux. Dans l'échantillon de la figure 12, au contraire, les rameaux sont courts, ramassés contre la tige et, à l'aisselle de presque toutes leurs feuilles, on rencontre des masses sphériques de la grosseur des capitules ou plus gros.

Ces masses, au lieu d'être solitaires comme les capitules normaux, sont groupées par 2, 3, 4, ainsi que le montrent les photographies 15 et 16.

Ce qui, enfin, permet de lever toute hésitation dans la détermination de *Centaurea aspera* L., c'est la présence, sur les écailles externes du capitule, d'un appendice réfléchi bordé de 3 à 5 épines atteignant la moitié de la longueur de l'écaille. Grâce à ce caractère, on peut reconnaître la carduacée, même alors que les capitules ne sont pas encore épanouis, comme on



FIG. 11. FIG. 12.

FIG. 11. — *Centaurea aspera* L. Plante normale.
FIG. 12. — *Centaurea aspera* L. Plante à phytoptocécidies.

peut en juger par la photographie 14 placée à côté de la photographie d'un capitule épanoui (*fig. 13*). Or, rien de semblable dans notre échantillon. Les masses sphériques sont bien enveloppées par des écailles, mais ces dernières ne portent pas d'appendices réfléchis et spinescents ; nous ne sommes donc pas en présence d'un pied non fleuri de *Centaurea aspera*. L ; cependant, un examen attentif des feuilles rudes, munies sur les faces et principalement sur les bords de *petites aspérités calleuses*, nous invitait à dénommer ainsi notre plante.

Il ne nous restait plus, pour trancher la question, qu'à ouvrir ces masses sphériques et à chercher à leur intérieur : soit les fleurs non épanouies, soit les akènes si la floraison était passée... Rien qui ressemblât de près ou de

loin à des fleurs ou à des fruits ; simplement des lanières plus ou moins contournées et portées par un receptacle extrêmement épais. Il s'agissait, non de capitules normaux, mais de galles ; la loupe, d'ailleurs, révéla le présence d'une infinité de petits animaux que le microscope permit de ranger dans les Eriophyidæ, comme les parasites de *Clematis Flammula* L. ; mais tandis que ces derniers étaient des Phyllocoptinæ, les premiers appartenaient à la sous-famille des Eriophyinæ et au genre Eriophyes.

Dans une herborisation faite en vue d'aller observer les galles sur place, le long de la chaussée du canal de la Durance, au vallon des Tuffes, nous eûmes la chance de rencontrer auprès de Saint-Antoine, dans une



Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15. Fig. 16.

Fig. 13. — *Centaurea aspera* L. Capitule normal épanoui.
Fig. 14. — *Centaurea aspera* L. Capitule normal non épanoui.
Fig. 15 et 16. — *Centaurea aspera* L. Capitules anormaux.

haie de la traverse de la Martine, une nouvelle station très abondante de ces pieds parasités, et, comme certains d'entre eux, rares à la vérité, présentaient, à côté de capitules normaux, bien caractérisés, de *Centaurea aspera* L., des galles semblables à celles du vallon des Tuffes, nous n'eûmes plus le moindre doute, il s'agissait de capitules anormaux de cette composée contenant des Phytoptidæ.

Étant donné l'abondance de ces acariens et l'absence de tout autre parasite, on pouvait, jusqu'à un certain point, considérer ces animaux comme la cause de la déformation ; néanmoins, pour acquérir une certitude absolue, nous dûmes pratiquer des infections expérimentales de plantes normales et adopter, jusqu'à un certain point, la méthode qui nous avait réussi pour *Clematis Flammula* L. ; nous suivrons, par suite, dans l'exposé

de nos recherches, l'ordre adopté dans la communication précédente, et nous étudierons successivement :

1° Le parasite, 2° les déformations observées; puis nous ferons diverses observations au sujet de nos essais d'infection expérimentale.

1° Étude du parasite.

La consultation du bel ouvrage de Nalepa (1) qui, à juste raison, fait autorité en la matière, et les recherches bibliographiques faites sur les travaux publiés depuis 1898, date de la publication du premier ouvrage, nous autorisent à penser qu'aucune Phytoptocécidie florale n'a encore été observée sur les capitules de *Centaurea aspera* L.

Néanmoins, un certain nombre de Centaurées sont visités par un phytoptide C'est ainsi que Löw (2) a signalé, à la surface des feuilles inférieures de *Centaurea amara* L., l'existence de poches et de pustules déterminées, ainsi que Nalepa (3) l'a montré, par un Eriophyes auquel ce savant a donné le nom d'*Eriophyes Centaureæ*.

C'est ainsi également que Thomas (4) a rencontré sur les feuilles de la base de la tige de *Centaurea scabiosa* L. des poches et des pustules identiques aux précédentes et que Nalepa attribue, ainsi que certaines déformations des feuilles de *Centaurea maculosa* Lmk, au même parasite.

Si nous remarquons, d'une part, que dans aucun cas cet Eriophyes n'attaque les capitules, tandis que celui de *Centaurea aspera* L. vit sur eux et ne détermine aucune déformation sur les feuilles, d'autre part que notre acarien, quoiqu'appartenant au même genre, est beaucoup plus long que celui de Nalepa, possède un beaucoup plus grand nombre d'anneaux, n'offre pas la forme cylindrique de ce dernier et présente à la partie antérieure du bouclier, très souvent, deux soies raides qui manquent dans *Eriophyes Centaureæ* Nal, nous sommes en droit de croire que le parasite de *Centaurea aspera* L. est une espèce distincte que nous appelerons *Eriophyes calathidis*, et dont voici la description.

Diagnose de Eriophyes calathidis.

A — Femelle

Corps ovoïde, allongé, mesurant environ 250 μ de l'extrémité antérieure du bouclier à l'extrémité postérieure de la queue et atteignant sa plus grande largeur au niveau des soies latérales (55 μ)

Cephalothorax petit.

Le *bouclier céphalothoracique* dorsal, à bords arrondis, présente trois systèmes d'ornementation bien distincts : deux latéraux et un central.

(1) Eriophyidæ (Phytoptidæ) in Das Tierreich 4 Lieferung.

(2) Beitr. z. Kenntn. d. Milbengallen (Phytoptocécidien) Verhandl. d. k. k. zool. bot. Ges. in Wien., 1878, p. 132.

(3) *Phytoptus Centaureæ.* In Denk. Ak. Wien., 1891, V. 58, p. 869, t. 1, f. 5 et 6.
Eriophyies Centaureæ. In Das Tierreich 4 Lieferung, p. 41, n° 133.

(4) Nova Acta Leop. Carol. Acad. Dresden 1876, p. 265

L'ornementation centrale est constituée par cinq lignes flexueuses longitudinales allant de l'extrémité postérieure du bouclier à son extrémité antérieure où elles convergent toutes.

L'une de ces lignes est dans l'axe du bouclier; les autres sont disposées deux par deux de chaque côté de la première.

Les ornements latéraux sont des tubercules d'autant plus gros qu'ils sont plus

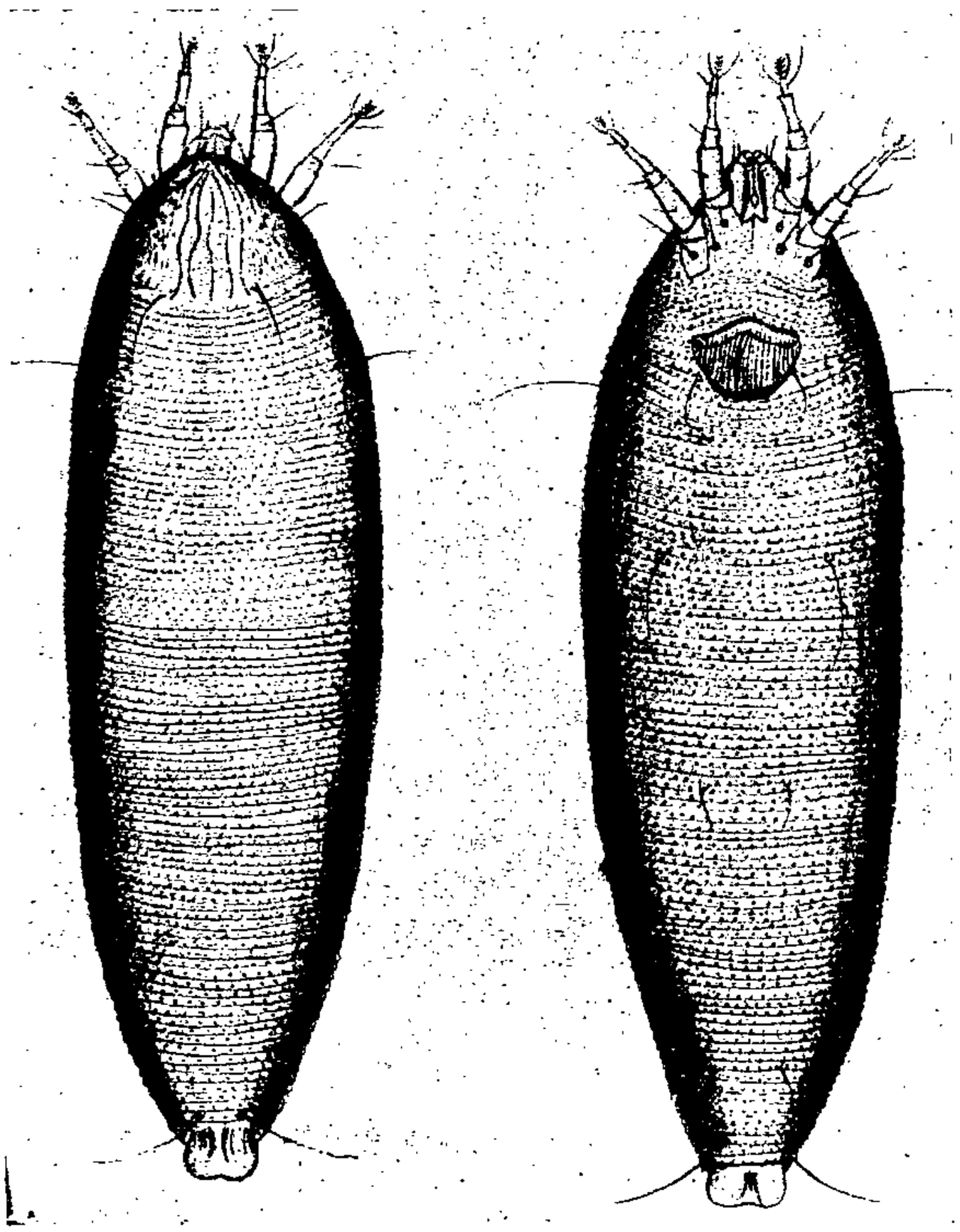


FIG. 17. FIG. 18.

FIG. 17. — *Eriophyes calathidis*. Face dorsale.
FIG. 18. — *Eriophyes calathidis*. Face ventrale.

près du sommet antérieur du bouclier, et convergeant tous vers ce sommet; les champs latéraux sont, par suite, hérissés de pointes toutes dirigées en avant.

Les soies dorsales relativement courtes ($lo = 23\ \mu$), à pointe regardant vers l'extrémité postérieure du corps, sont insérées sur deux petits mamelons situés à la limite postérieure des plages latérales et du champ central du bouclier; elles sont donc assez éloignées l'une de l'autre.

Très souvent le bouclier présente, en outre, deux soies courtes, raides, situées dans sa région antérieure, dirigées en avant et dépassant l'extrémité du rostre. Ces deux soies sont portées chacune par un tubercule assez fort, à la base duquel aboutissent les lignes longitudinales du côté correspondant *(fig. 21)*. Parfois ces deux tubercules se réunissent en un seul portant une soie forte, restant simple jusqu'à son extrémité *(fig. 19)* ou se terminant en une petite houppe *(fig. 20)*

Nous ne saurions trop insister sur la présence très fréquente de ces soies antérieures chez le parasite des capitules de *Centaurea aspera L.* puisque, ainsi que Nalepa le déclare lui-même, on ne les rencontre qu'exceptionnellement chez les Eriophydæ (1).



FIG. 19. FIG. 20. FIG. 21.

FIG. 19. — *Eriophyes calathidis.* Une soie simple.
FIG. 20. — *Eriophyes calathidis.* Une soie plumeuse.
FIG. 21. — *Eriophyes calathidis.* Deux soies à l'extrémité antérieure du bouclier.

Le bouclier recouvre complètement, par ses bords latéraux, les coxa des deux paires de pattes et laisse apparaître, en avant de lui, sur une longueur de 10 μ, le rostre qui est légèrement incliné vers la face ventrale.

Les *pattes* sont courtes, grêles, cependant nettement articulées. Le dernier article du tarse est un peu plus court que le premier. Il porte un ongle et une soie plumeuse. L'ongle, légèrement recourbé, est un peu effilé à son extrémité ; il est plus long que la soie plumeuse, laquelle présente ordinairement quatre pennes.

Les *épimères* de la première paire de pattes se réunissent sur la ligne médiane en un *sternum* court, dont l'extrémité postérieure, généralement simple, n'arrive pas jusqu'au bas de l'épimère de la seconde paire de pattes.

Les *soies thoraciques* de la première paire sont insérées à droit et à gauche de l'extrémité antérieure du sternum ; elles sont courtes, celles de la seconde paire sont situées un peu plus haut que l'extrémité postérieure de ce sternum ; elles sont également courtes, enfin, celles de la troisième paire, insérées un peu plus bas et sur les côtés, sont un peu plus longues (18 μ) que les précédentes.

L'abdomen est constitué par environ 90 anneaux complets ; les lignes transversales séparant ces anneaux successifs se correspondent sur le dos et sur le ventre. Les demi-anneaux ventraux sont finement ponctués. Pour ce qui est des demi-anneaux dorsaux, ceux de la moitié antérieure de l'abdomen sont également finement ponctués ; mais ceux de la seconde moitié de l'abdomen ont des ponctuations plus grosses, constituant de petits tubercules qui, vers la queue, deviennent de véritables petites pointes dressées verticalement.

Les *soies latérales*, de même longueur qne les soies dorsales (lo = 23 μ), sont insérées un peu plus bas que les soies génitales et beaucoup plus à l'extérieur que celles-ci.

Les *soies de la première paire ventrale*, quoique longues (20 μ), sont loin

(1) Das Tierreich 4 Lieferung. *Acarina.* Eriophydæ, p. 2.

d'atteindre les points d'insertion des soies de la deuxième paire ; celles-ci sont courtes. Quant aux soies de la troisième paire, elles ont la même longueur que celles de la deuxième paire et n'atteignent pas le lobe caudal.

Les points d'insertion des soies des deux dernières paires ventrales sont assez rapprochées de la ligne médiane ; au contraire, ceux des soies de la première paire s'en éloignent beaucoup.

Les *soies caudales*, un peu plus longues que les latérales (25 μ) ne sont pas, en général, accompagnées de soies accessoires.

L'*Epigynium* est de taille moyenne (largeur = 25 μ). Il est formé de deux valves. La valve externe est striée longitudinalement et recouvre la valve interne qui a la forme d'un nid de pigeon.

Les soies génitales sont courtes (12 μ), insérées latéralement.

B. — Male

Le mâle est beaucoup plus petit que la femelle. Sa longueur, de l'extrémité antérieure du bouclier au bord postérieur de la queue est de 175 μ ; sa largeur, au niveau des soies latérales est de 60 μ ; il est donc plus large que la femelle et par suite est plus trapu.

L'Épiandrium est une simple fente un peu arquée, mesurant 20 μ environ.

Par tous les autres caractères, le mâle ressemble à la femelle.

2° Étude des déformations observées sur la plante parasitée.

Nous avons décrit, au début, l'aspect particulier que présente la plante parasitée. Occupons-nous maintenant des capitules déformés.

Si nous comparons deux coupes longitudinales passant l'une par l'axe d'un capitule normal non épanoui, l'autre par l'axe d'une phytoptocédie, nous trouvons un certain nombre de différences.

1° A l'extérieur

a) *Capitule normal.* — Écailles obovales d'un jaune verdâtre, fortement concaves à leur face interne vers la base très élargie, et portant à leur sommet aminci, une plaque pentagonale, réfléchie vers l'intérieur (appendice) et dont les sommets se prolongent par cinq épines aplaties et très raides, vulnérantes, égalant la moitié de la longueur de l'écaille (*fig.* 22).

b) *Phytoptocécidie.* — Écailles semblables au précédentes, mais vertes et dépourvues d'appendice à leur sommet, lequel se termine par des pointes très petites, peu raides, visibles seulement à la loupe, et qui correspondent aux fortes épines du capitule normal. L'appendice se trouve donc, ici, réduit aux pointes partant de ses sommets, pointes qui elles-mêmes ont subi une atrophie considérable (*fig.* 23).

2° Plus a l'intérieur

a) *Capitule normal.* — Écailles ovales, allongées, d'un blanc jaunâtre, moins épaisses que les externes, peu concaves à leur face interne, dépourvues d'appendices et d'épines à leur sommet.

b) *Phytoptocécidie.* — Pièces repliées sur elles-mêmes en forme d'S, plates et composées de deux parties bien distinctes : l'une basilaire, parenchymateuse, à cellules grandes, polyédriques ne laissant aucun méat entre elles ; ces cellules ont un protaplasma fortement granuleux, abondant, ne présentent que de petites vacuoles, ont un gros noyau ; elles ont en un mot tous les caractères des cellules jeunes et actives et entourent quelques éléments vasculaires ; cette partie ne correspond à rien de ce que nous venons de décrire dans le capitule normal ; l'autre supérieure, scarieuse, à cellules très aplaties comme celles des écailles internes du capitule normal ; ces cellules ne présentent qu'une couche très mince de protaplasma à la périphérie avec une grosse vacuole centrale ; elles sont donc peu actives ; cette partie représente l'écaille interne du capitule normal ; elle en a d'ailleurs la forme *(fig. 24)*.

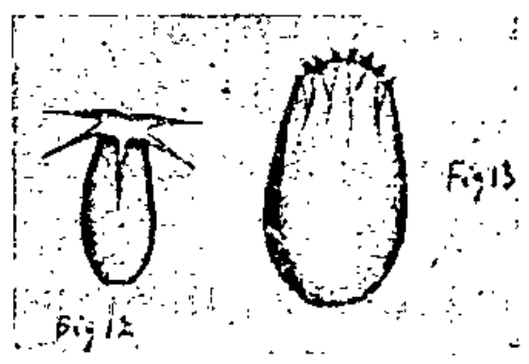


FIG. 22. FIG. 23.

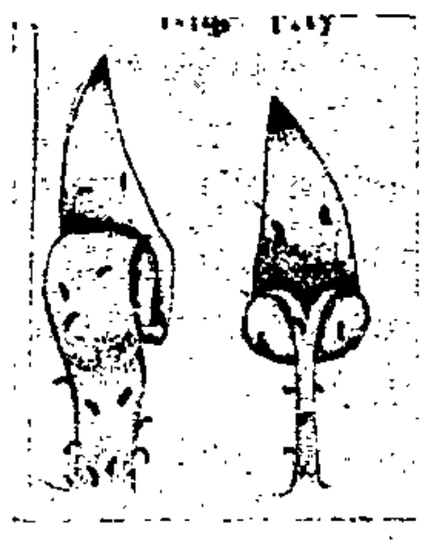


FIG. 24. FIG. 25.

FIG. 22. — Écaille externe d'un capitule normal de *Centaurea aspera* L.
FIG. 23. — Écaille externe d'un capitule anormal.
FIG. 24 et 25. — Deux écailles internes d'un capitule anormal.

On voit qu'un organe nouveau est venu se surajouter, ici, à l'écaille normale; il semble logique d'attribuer sa formation à l'action continue du parasite qui se rencontre surtout, en grande abondance, sur cet organe et à son insertion sur le réceptacle. En comparant la structure histologique de cet organe avec celle du réceptacle, on est amené à penser qu'elle n'est autre chose qu'une prolifération du réceptacle occasionnée par les piqûres de l'acarien. L'écaille a d'abord été soulevée par ce nouvel organe lequel, continuant à s'allonger alors que l'écaille atteignait le sommet du capitule, a dû se replier sur lui-même et former le genou des figures 24 et 25.

3° CENTRE

a) *Capitule normal.* — Les écailles deviennent d'autant plus étroites, plus minces et plus papyracées que l'on s'avance vers l'intérieur, jusqu'au moment où l'on arrive aux fleurs, lesquelles occupent le centre du capitule et reposent sur un receptacle peu développé *(fig. 27)*.

b) *Phytoptocécidie.* — Les pièces si caractéristiques signalées précédemment se rencontrent jusqu'au centre de la galle, les fleurs faisant complètement défaut. Ces pièces s'insèrent sur un réceptacle développé à un point tel qu'il remplit presque complètement le capitule anormal *(fig. 26)* ; elles deviennent d'autant plus minces et présentent des replis d'autant plus nombreux qu'elles sont plus internes tout en offrant toujours les deux parties distinctes : lame basilaire et

écaille ; cette dernière diminue de plus en plus de longueur et ne constitue finalement qu'une petite pointe scarieuse à l'extrémité d'un long filament contourné à tissu tendre, parenchymateux (*fig. 28*).

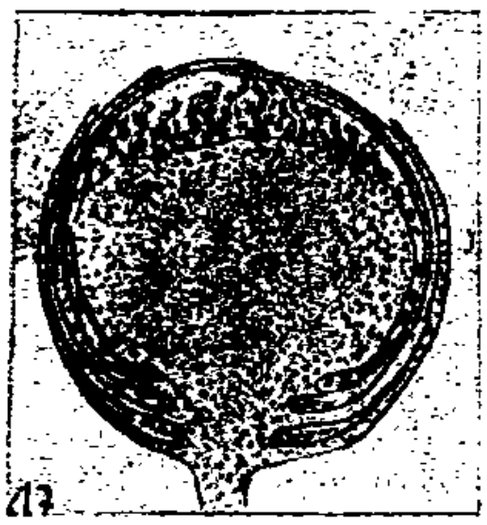


FIG. 26.

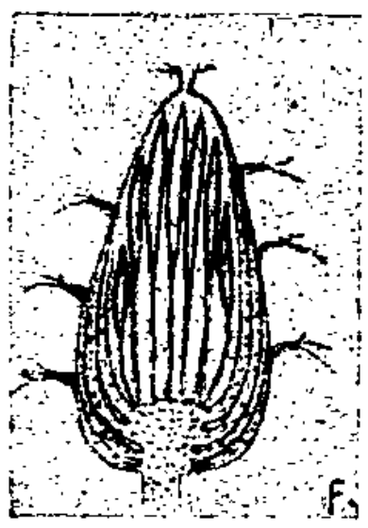


FIG. 27.



FIG. 28.

FIG. 26. — Coupe longitudinale à travers un capitule anormal.
FIG. 27. — Coupe longitudinale à travers un capitule normal de *Centaurea aspera* L.
FIG. 28. — Appendice de la région centrale d'un capitule anormal.

3° Infection expérimentale.

Certes, ainsi que nous l'avons déjà fait observer, le grand nombre d'Eriophyes qui se trouvent dans les capitules déformés de *Centaurea aspera* L., à l'exclusion de tout autre parasite, et l'absence de cet acarien chez les capitules normaux, plaident en faveur d'une phytoptocécidie ; néanmoins, pour acquérir la certitude que le Phytoptide est bien la cause de la formation, il était nécessaire de tenter une infection expérimentale.

Après avoir découpé en tranches des capitules où pullulent le parasite et ses œufs, nous avons placé celles-ci tout autour de très jeunes capitules, au moment où, venant d'apparaître à l'extérieur, très petits, leurs bractées ne sont pas encore devenues scarieuses et ne portent pas encore d'appendice spinescent. Une très mince couche de ouate maintenait le contact des tranches parasitées avec le jeune bouton sans nuire en rien au développement de celui-ci. Ces capitules ont grossi très rapidement, sont restés inermes, très verts, ne se sont pas épanouis et ont présenté tous les caractères des capitules parasités observés dans les deux stations de Saint-Antoine. Ces derniers sont donc bien des phytoptocécidies.

Mais ce n'est pas la seule tentative d'infection expérimentale à laquelle nous nous sommes livré. Si les différences qui existent entre le parasite des capitules de *Centaurea aspera* L et le Phytoptide qui attaque les feuilles de *C. amara* L., *C. maculosa* Lmk, *C. scabiosa* L sont assez fortes, il n'en reste pas moins que tous les deux appartiennent au même genre Eriophyes ; aussi, n'était-il pas absolument interdit, à priori, d'attribuer les différences observées à des différences d'habitat. L'intérieur d'un capitule est certes mieux protégé contre les intempéries que la surface d'une feuille ; sans compter que le tissu parenchymateux d'un receptacle est un

grenier de réserves alimentaires autrement abondant et facile à attaquer que l'épiderme des feuilles. On comprendra qu'il n'y aurait rien d'étonnant à ce que l'Eriophyes des feuilles, en passant dans le capitule de *Centaurea aspera* L., devînt beaucoup plus grand, plus gros, prît un bien plus grand nombre d'anneaux, et vît ses poils ainsi que ses membres ne pas s'allonger autant, par suite du manque d'exercice. Afin d'élucider cette question, nous avons essayé, en adoptant le procédé adopté plus haut, mais en choisissant de préférence des capitules possédant beaucoup d'œufs et de jeunes larves, d'infecter de jeunes feuilles de *Centaurea amara* L. et de *Centaurea scabiosa* L. (1). Aucun ensemencement n'a donné de résultats.

D'ailleurs, les mêmes expériences faites sur les feuilles de *Centaurea aspera* L., ont été aussi infructueuses. Il n'y a, on le voit, aucun doute. Notre acarien constitue une espèce nettement distincte de *Eriophyes Centaureæ* Nal et son parasitisme paraît être assez étroit. En effet ; on sait que les ovules de *Centaurea aspera* L. sont facilement fécondés par le pollen de *Centaurea calcitrapa* L. et que, également, les ovules de ce dernier subissent l'imprégnation pollinique de *Centaurea aspera* L. Il en résulte des graines d'où sortent des pieds si distincts des deux parents qu'ils ont reçu autrefois les noms spécifiques suivants : *C. hybrida* Chaix = *C. aspero-calcitrapa* Gren. Godr., et *C. Pouzini* D. C. = *C. calcitrapo-aspera* Gren. God. Nous n'avons jamais pu infecter expérimentalement les capitules de ces hybrides, pas plus d'ailleurs que ceux de *Centaurea calcitrapa*. L. On sait que cette dernière plante est excessivement amère. Il est possible que le principe toxique et amer auquel elle doit ses propriétés fébrifuges passe dans les hybrides qu'elle forme avec *Centaurea aspera* L. et constitue, pour leurs capitules, une arme défensive contre l'attaque des acariens.

Nous avons été plus heureux dans l'infection expérimentale de la plante que de Martrin-Donos a dénommée *Centaurea prætermissa* (2). Les capitules attaqués présentent la même forme que ceux de *Centaurea aspera* L. : mêmes modifications cellulaires, même absence de fleurs, même apparition d'une pièce nouvelle à la base des écailles internes, même suppression de l'appendice au sommet des écailles externes ; la régression des épines de celles-ci est encore plus considérable, puisqu'elle va jusqu'à l'atrophie complète, comme on peut le constater en examinant la surface des phytoptocécidies de la photographie 30. Cette régression plus grande s'explique par le fait que les capitules normaux de *Centaurea prætermissa*

(1) La troisième espèce attaquée par *Eriophyes Centaureæ* Nal. : *Centaurea maculosa*. Lmk., ne se rencontre pas aux environs de Marseille.

(2) Fl. du Tarn, p. 388.

Mart.-Donos. ont des épines beaucoup plus petites que celles de *Centaurea aspera* L., ces épines étant apprimées et parallèles (*fig. 29*).

Étant donné l'étroit parasitisme de l'acarien de Saint-Antoine, lequel acarien paraît, d'après nos expériences, ne pouvoir vivre que sur *Centaurea aspera* L., à l'exclusion des hybrides que cette plante forme avec *Centaurea calcitrapa* L., nous nous croyons autorisé à considérer la réussite



Fig. 29. Fig. 30.

Fig. 29. — *Centaurea prætermissa*. Branche portant un capitule normal et un capitule déformé.

Fig. 30. — *Centaurea prætermissa* Mart. Don. Capitule déformé expérimentalement par l'Eriophyide.

de notre ensemencement sur *Centaurea prætermissa* Martr.-Donos. comme une preuve à l'appui de l'opinion professée par Loret (1), lorsqu'il identifie la plante du botaniste du Tarn avec *Centaurea aspera* L. Pour nous, l'assimilation faite par l'abbé Cariot, dans la cinquième édition de sa *botanique* (2), et continuée par Saint-Lager (3) de l'hybride *Centaurea aspero-calcitrapa* Gr. God. avec *Centaurea prætermissa* Martr. Don., est difficile à maintenir.

En résumé, *nos essais d'infection expérimentale nous permettent d'établir*

(1) *Notice sur plusieurs plantes nouvelles pour la flore de Montpellier et de l'Hérault.* B. Soc. b. Fr. t. X, p. 378 (1863) et *Observations critiques sommaires sur plusieurs plantes Montpelliéraines.* Rev. des Sc. nat., tome III., p. 565 (1875).

(2) *Étude des fleurs*. Botanique élémentaire, descriptive et usuelle, 3 volumes (1874).

(3) *Étude des fleurs.* Botanique élémentaire, descriptive et usuelle renfermant la flore du bassin moyen du Rhône et de la Loire. Tome II., p. 433 (1889).

que le parasite de CENTAUREA ASPERA L., *est une espèce différente de* ERIOPHYES CENTAUREÆ Nal. *et que* CENTAUREA PRÆTERMISSA Martr.-Don. *ne saurait être séparée de* CENTAUREA ASPERA L. ; *elle ne constitue qu'une variation* (V. *subinermis D. C.*) (1) *de cette espèce éminemment polymorphe.*

Disons, pour terminer, qu'il faut bien se garder de confondre la phytoptocécidie étudiée plus haut avec une autre déformation des capitules de *Centaurea aspera* L. déterminée par la présence, dans leur intérieur, d'un coléoptère : *Larinus longirostris* Grillh. Comme nous avons rencontré, assez fréquemment, sur le même pied : des capitules normaux, des phytoptocécidies et des capitules habités par ce charançon auquel Duval, qui l'avait trouvé le premier sur *Centaurea aspera* L., avait donné le nom de *Larinus confinis* Jacq. Duval, il est important de différencier ces derniers. Tout comme les phytoptocécidies, les capitules à charançon ne s'ouvrent pas, il est vrai ; mais leurs écailles externes offrent l'appendice réfléchi et les épines caractéristiques du type normal. C'est ce que fait ressortir la figure 31 où, entre deux capitules normaux, défleuris, nous en trouvons



FIG. 31.

Centaurea aspera. Branche portant un capitule déformé par *Larinus longirostris* Grillh.

un ayant été habité par le coléoptère. On distingue sur ce capitule l'ouverture par laquelle l'animal est sorti. En écartant les écailles externes, on rencontre de nombreux débris de fleurs et un réceptacle aussi peu déve-

(1) *Prodromus...* pars. VI, p. 600.

loppé que s'il s'agissait d'un capitule normal; pas la moindre modification sur les écailles internes. Il est, on le voit, impossible de confondre un capitule à charançon avec une phytoptocécidie. Il est au contraire très facile de distinguer ce capitule habité par le coléoptère d'un capitule normal, jeune, non encore fleuri : le premier est rond à son extrémité supérieure, le second est pointu; le premier passe du vert au jaune sans fleurir, le second ne devient jaune brun qu'après s'être épanoui; enfin le premier reste assez petit, le second grossit beaucoup.

III. — Déformation florale de *Erodium ciconium* Willd

Au cours d'une herborisation faite au commencement de juin, à La Gavotte, près de Marseille, notre attention fut attirée sur quelques pieds d'*Erodium ciconium* qui, indépendamment des fruits normaux, portaient des sortes de boutons floraux beaucoup plus grands, plus renflés que les fleurs non épanouies.

Ces boutons déformés dont nous donnons la photographie (*fig. 33*), présentent, de l'extérieur à l'intérieur :

1° De grandes pièces vertes, pubescentes, très épaisses, présentant cinq nervures longitudinales qui constituent de véritables côtes fortement proéminentes. Le sommet de chacune de ces pièces est rétréci en un bec assez long, résistant, dans lequel pénètre la côte médiane. Trois de ces pièces,

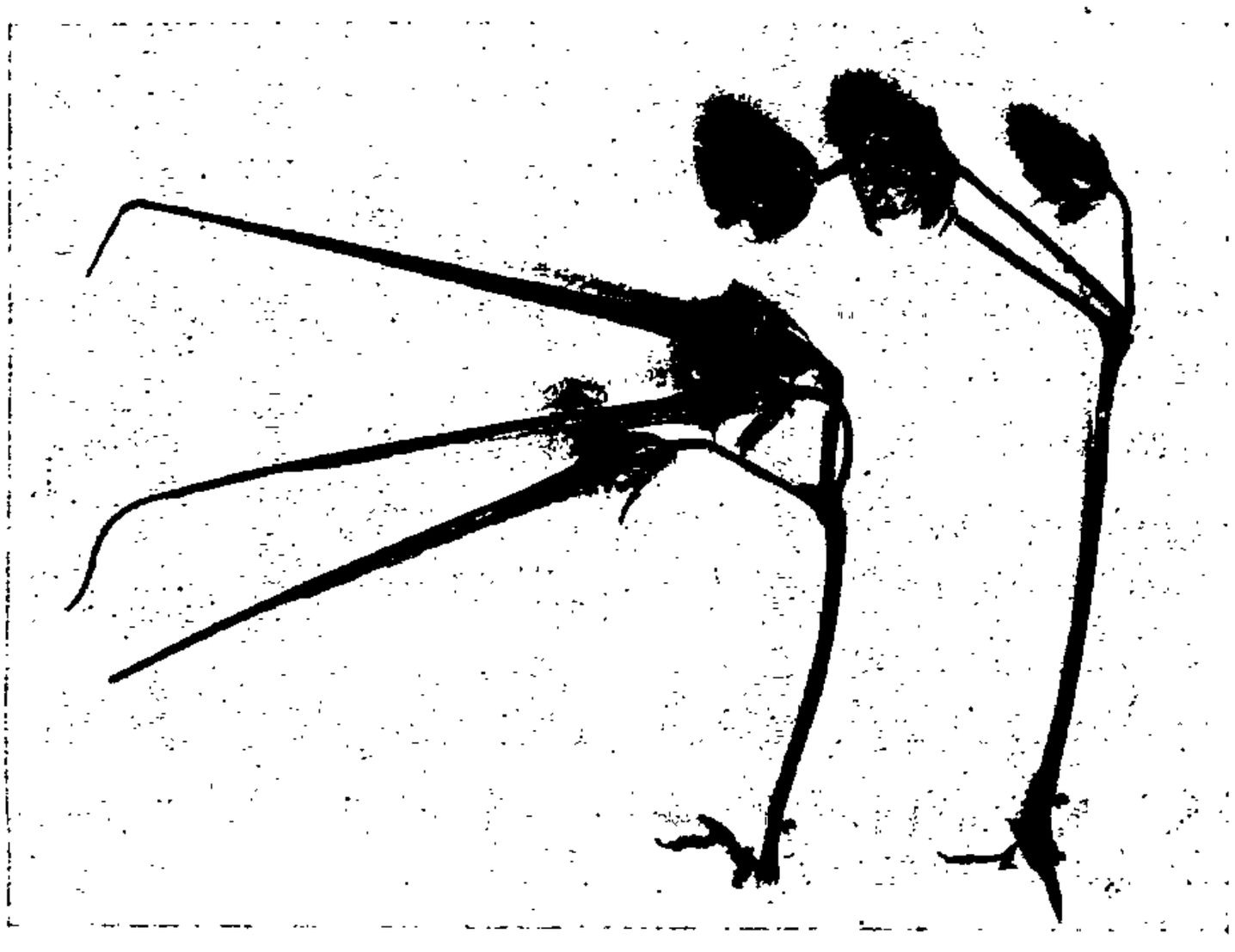


Fig. 32. Fig. 33.

Fig. 32. — *Erodium ciconium* Willd. Fleurs normales avec jeunes fruits.
Fig. 33. — *Erodium ciconium* Willd. Fleurs déformées.

très larges, en recouvrent deux autres, plus étroites, et l'ensemble constitue une enveloppe très résistante, le plus souvent fermée, parfois entr'ouverte au sommet, mais ne s'étalant jamais complètement.

Cette enveloppe charnue correspond au calice des fleurs normales, dont les sépales sont plus minces, plus petits et bien moins pubescents.

2° Cinq pétales, bien différents des pétales normaux; ils sont, en effet, beaucoup plus épais, d'un vert pâle, tandis que les pétales normaux sont d'un bleu clair ; en outre, ils forment de nombreux replis vers le centre du bouton, ce qui les fait paraître plus courts que les pétales des fleurs normales. La surface de ces pétales anormaux est recouverte de poils moins nombreux cependant et plus courts que les poils des sépales.

3° Cinq étamines fertiles ne différant des étamines normales que par la pubescence plus forte de la base du filet; les cinq staminodes qui, chez la fleur normale, constituent des languettes presque aussi longues que les filets des étamines, sont réduits, ici, à de petits lobes à peine visibles et fortement pubescents.

4° Un pistil dont l'ovaire, à cinq loges comme dans la fleur normale, est surmonté d'un style qui reste toujours petit, si bien que les cinq stigmates ne se montrent jamais à l'extérieur du bouton, tandis qu'ils sont portés à l'extrémité d'un bec long de 6 à 8 centimètres dans le type ordinaire *(fig. 32)*. Les ovules, au lieu de devenir des graines, se dessèchent dans l'ovaire dont la surface est couverte d'un épais tapis de poils.

En résumé, on voit que les boutons déformés présentent une hypertrophie des pièces des deux verticilles externes et une atrophie de celles du quatrième verticille; quant aux pièces du troisième verticille, elles ne présentent d'atrophie que dans les cinq staminodes, tandis que les cinq étamines se développent normalement et produisent un pollen qui est mis en liberté par suite des fentes de déhiscence des anthères.

A quelle cause devons-nons attribuer les modifications considérables qui transforment la fleur de *Erodium ciconium* Willd en ces boutons monstrueux que nous venons de décrire?

Si l'on ouvre ces derniers, on rencontre, dans un grand nombre d'entre eux, soit des larves, soit un insecte parfait, larves et insectes appartiennent aux coléoptères et, d'une façon plus précise, au groupe des Charançons : c'est *Limobius borealis* Payk.

Ce charançon n'avait guère été rencontré, jusqu'ici, que dans les fleurs de *Geranium*, tandis que c'est une autre espèce, *Limobius mixtus*, qui fréquente les *Erodium;* néanmoins, nous devons dire que l'on a signalé, dans le nord de la France, la présence du même *Limobius borealis* Payk sur une autre espèce du genre *Erodium : Erodium cicutarium* L'Hérit.

Quoiqu'il en soit, les zoocécidies produites par ces coléoptères, aussi bien sur les *Erodium* que sur les *Geranium*, offrent des caractères bien différents de ceux que les fleurs monstrueuses d'*Erodium ciconium* Willd nous ont révélés. D'autre part, l'exagération de la pubescence des diverses pièces de ces fleurs, l'épaississement considérable des sépales et des pétales, rappro-

chent ces déformations des phytoptocécidies florales et, plus particulièrement, de celle qui a été observée par M. Molliard sur *Geranium dissectum* L. et qui a été bien étudiée par ce savant (1).

Ces considérations nous ont amené à rechercher si, en outre du *Limobius borealis* Payk, on ne rencontrerait pas un Eriophyide. L'examen miscroscopique nous a donné raison : pétales, sépales, filet des étamines et base de l'ovaire sont recouverts par un grand nombre d'individus appartenant à une espèce du groupe des Phytoptidæ.

Il n'est pas inutile de faire remarquer combien est intéressant ce cas du parasitisme simultané d'un acarien et d'un coléoptère.

L'acarien, par son action continue sur la fleur, détermine l'hypertrophie des tissus des sépales et des pétales, constituant ainsi des magasins de réserve que la larve du *Limobius borealis* Payk, puis l'insecte parfait, utilisent. Aussi, dans les fleurs monstrueuses abritant le charançon, observe-t-on la destruction partielle ou totale des pièces de la corolle, et parfois même des sépales internes.

Un certain nombre de phytoptocécidies ont été signalées, déjà, sur les Géraniacées ; elles sont dues à trois espèces bien caractérisées, dont l'une, étudiée par Nalépa (2). s'appelle *Eriophyes schlechtendali* Nal., et dont les deux autres, décrites par Canestrini (3), portent les noms de *Eriophyes Geranii* Can. et *Eriophyes dolichosoma* Can.

Les individus qui pullulent dans la fleur de *Erodium ciconium* Willd sont bien différents de ceux des trois espèces précédentes.

Toute la surface de l'abdomen est recouverte, en effet, de petits poils que l'on ne rencontre ni dans l'espèce de Nalepa, ni dans les deux espèces de Canestrini. Nous pouvons même ajouter qu'aucun Eriophyide, à notre connaissance du moins, ne présente ce caractère. Nous sommes donc en présence d'une espèce nouvelle qu'il s'agit maintenant d'étudier.

DESCRIPTION DU PHYTOPTIDE

Corps très allongé, cylindrique.

Bouclier céphalothoracique court, ne recouvrant pas complètement le rostre. Ses bords latéraux laissent à découvert les coxa des deux paires de pattes ; quant à son extrémité antérieure, elle n'est pas nettement délimitée et se confond presque avec la partie dorsale postérieure du rostre.

La surface du bouclier présente trois systèmes d'ornementation bien distincts : deux latéraux et un central.

(1) M. Molliard. — *Cécidies florales,* (p. 193-201, pl. XIII, fig. 1-7), in An. Sc. Nat., 8e série, Bot. tome 1.

(2) *Phytoptus schlechtendali* in Denk. Ak. Wien., v. 59, p. 534, t. 3, f. 7 et 8.

(3) *E. Geranii* in Prospetto dell'Acarofauna Italiana, v. 5, p. 674, t. 55, f. 4, 8, 8 a., t. 56, fig. 3 et *E. dolichosoma, id.,* vol. 5, p. 623.

L'ornementation centrale est formée par une ligne médiane faiblement sinueuse, partant de l'extrémité postérieure du bouclier et n'allant pas tout à fait jusqu'à son extrémité antérieure, et par deux lignes latérales parcourant le bouclier dans toute sa longueur. De l'extrémité postérieure de la ligne médiane se détachent deux courtes saillies obliques, rejoignant un peu plus en avant les deux lignes latérales. Dans les deux espaces ainsi délimités par les lignes obliques, les régions postérieures des lignes latérales et le bord du bouclier, on rencontre souvent deux courtes crêtes.

Les ornements latéraux sont formés par une crête partant de l'extrémité antérieure du bouclier et se dédoublant en arrière en deux lignes courbes limitant un espace ovale présentant quelques saillies. Assez souvent cette crête est accompagnée, dans la région antérieure du bouclier, par une seconde crête longeant les bords latéraux.

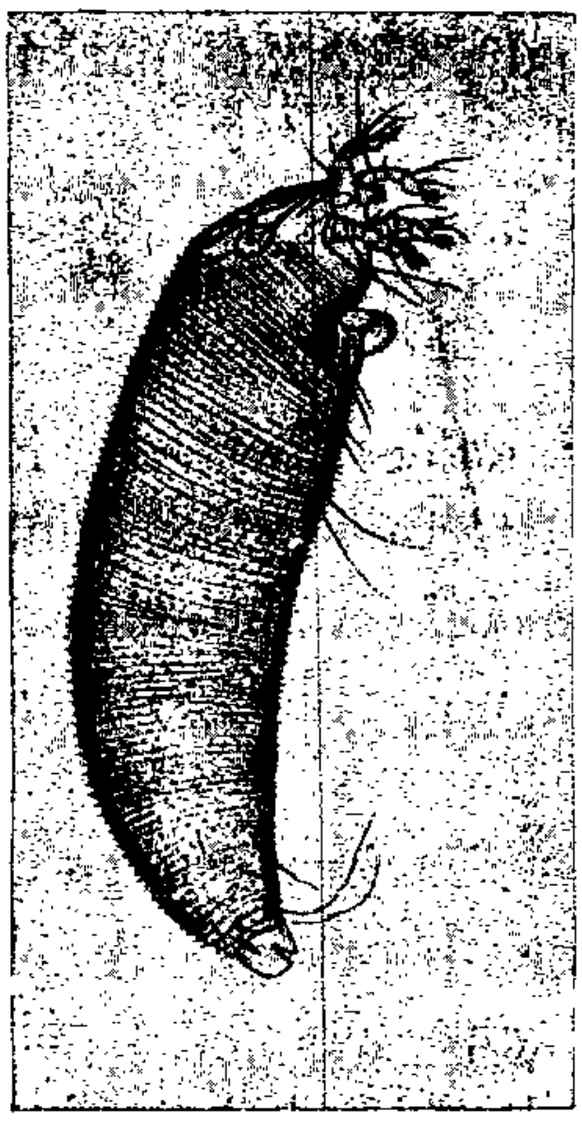


FIG. 34.



FIG. 35.



FIG. 36.

FIG. 34. — *Trichostigma Erodii.* Vue de profil.
FIG. 35. — *Trichostigma Erodii.* Face dorsale.
FIG. 36. — *Trichostigma Erodii.* Face ventrale.

Les *soies dorsales* sont aussi longues que le bouclier et dirigées en arrière ($lo = 40\ \mu$).

Le *rostre* dépasse le bouclier sur une longueur de 15 μ ; il est recourbé vers la face ventrale et dirigé en avant.

Les *pattes* sont longues, fortes, nettement articulées; le cinquième article est plus long que le quatrième et présente une forme bien spéciale; il est, en effet, renflé à son extrémité antérieure et présente sur ses bords latéraux des encoches d'où partent les deux poils simples et l'ongle. Son extrémité se prolonge en une pointe assez forte à cinq branches de chaque côté constituant une soie plumeuse. L'ongle, un peu recourbé, est une fois et demie plus long que la soie plumeuse et s'insère, non pas au sommet du cinquième article, mais latéralement, assez loin de la soie.

Les *épimères* de la première paire de pattes se réunissent sur la ligne médiane pour constituer un sternum court, non bifurqué à son extrémité postérieure.

Les *soies thoraciques* de la première paire sont insérées à droite et à gauche

de l'extrémité postérieure de ce sternum, derrière un léger repli des premiers épimères ; elles sont très courtes; celles de la seconde paire, situées un peu plus bas, au niveau de l'angle interne de l'épimère de la seconde paire, quoique un peu plus longues, sont relativement courtes ; enfin, celles de la troisième paire, insérées sur les côtés et un peu plus haut que les précédentes, sont très longues.

L'espace ventral compris entre les deux pattes de la seconde paire bombe sur la ligne médiane, où l'on rencontre une courte crête longitudinale, sorte de sternum postérieur.

L'*abdomen* est constitué, en arrière du bouclier, par environ quatre-vingts anneaux; les lignes transversales séparant les anneaux successifs se correspondent, sur le dos et sur le ventre. Chaque anneau présente une ligne de petits tubercules. Ceux-ci, qu'ils soient ventraux ou dorsaux, portent chacun, en général, une, assez souvent deux soies courtes (lo = 2 μ), dressées ou recourbées un peu en forme de crochet ; il en résulte un aspect bien particulier de l'animal qui est hérissé de petites pointes.

Les *soies latérales* (lo = 35 μ) un peu moins longues que les soies dorsales, sont insérées en avant des soies génitales et beaucoup plus sur les côtés qu'elles.

Les *soies de la première paire ventrale*, très longues (lo = 70 μ), n'atteignent cependant pas les points d'insertion des soies de la seconde paire ; celles-ci sont courtes (lo = 15 μ); quant aux soies de la troisième paire, elles sont moins courtes que les précédentes, et atteignent la partie antérieure du lobe caudal (lo = 25 μ).

Les points d'insertion des deuxième et troisième paires ventrales sont assez rapprochés de la ligne médiane ; ils sont situés sur une ligne longitudinale passant par les voies génitales et parallèles à la ligne médiane.

Les *soies caudales*, plus petites que le quart de la longueur totale du corps (lo = 60 μ), sont portées par l'avant-dernier anneau de l'abdomen ; elles sont accompagnées de deux soies accessoires courtes et épaisses qui s'insèrent sur le dernier anneau abdominal, avant l'appendice caudal.

L'épigynium (appareil génital externe de la femelle), large (la = 35 μ), est formé de deux valves ; la valve externe est finement striée longitudinalement et recouvre la valve interne hémisphérique et portant quelques grosses stries longitudinales.

Les *soies génitales*, insérées latéralement, sont assez longues (lo = 35 μ).

L'épiandrium (appareil génital externe du mâle) a la forme d'une fente arquée de 25 μ de large.

Longueur de la femelle 280 μ ; largeur 56 μ.

Longueur du mâle 220 μ ; largeur 60 μ.

Telle est la diagnose de l'espèce nouvelle de Phytoptide qui détermine la déformation florale étudiée plus haut.

Dans quel genre convient-il de placer cette espèce ?

L'égalité dans le nombre des demi-anneaux dorsaux et ventraux range notre parasite dans la sous-famille des Eriophyinæ.

Cette sous-famille ne contient que les deux genres Eriophyes et Monochetus. En dehors des dix paires de longues soies caractéristiques de tous les Phytoptidæ, on ne rencontre, chez ces deux genres, aucune soie courte ; les ponctuations dorsales et ventrales sont nues, la surface de

l'abdomen est glabre. Au contraire, toutes ces ponctuations, dans notre acarien, sont de petits tubercules supportant un ou deux poils courts, dressés ou recourbés et qui donnent à ce parasite son apparence velue. Il nous est donc impossible de ranger la nouvelle espèce dans l'un de ces deux genres.

Dans la seconde sous-famille, créée par Nalepa chez les Phytoptidæ, celle des Phyllocoptinæ, il existe bien un genre caractérisé par la présence de *pointes chitineuses courtes, caduques, souvent courbées, situées sur des lignes longitudinales de la face dorsale*; mais ces lignes longitudinales sont peu nombreuses et toutes dorsales, tandis que chez notre parasite elles sont transversales, très nombreuses et aussi bien ventrales que dorsales; en outre, dans ce genre appelé *Callyntrotus*, les demi-anneaux ventraux sont plus étroits que les demi-anneaux dorsaux, ce qui n'a pas lieu pour l'acarien de *Erodium ciconium* Willd.

Nous nous croyons, par suite, autorisé à considérer cette espèce comme le type d'un genre nouveau qui devra prendre place dans la sous-famille des Eriophyinæ, à côté des genres Eriophyes et Monochetus. Nous donnerons à ce genre le nom de Trichostigma et l'espèce s'appellera : *Trichostigma Erodii*.

M. A. MENEGAUX

Docteur ès sciences, Assistant au Muséum d'Histoire naturelle, à Bourg-la-Reine.

LA GALÉRUQUE DE L'ORME [632]

— Séance du 9 septembre —

L'insecte que les entomologistes décorent des noms *Galeruca (Chrysomela)*, *xanthomelaena* L. (ou *calmariensis* Fabr., ou *crataegi* Forst.), s'est tellement multiplié pendant ces dernières années, qu'on peut le ranger parmi les espèces très nuisibles.

L'adulte et sa larve vivent de préférence sur l'orme champêtre, mais d'une façon beaucoup moins exclusive qu'on ne le supposait. Je l'ai rencontré sur la plupart des variétés culturales de l'orme dans les environs de Paris (*aurea*, *belgica*, *crispa*, *latifolia*, *modiolina*, *pyramidalis*, *suberosa*, *vegeta*, *viminalis*, etc.). Mais toutes ne l'attirent pas au même degré; la variété *belgica*, dont le bois est plus dur, est moins fortement attaquée.

On l'avait déjà signalé sur *U. pedunculata* Foug. (ou *effusa)*, mais je l'ai trouvé aussi sur *montana* Willer (var. *pendula, pyramidalis)*, sur *fulva* Michx., *americana* Wild. et même sur *pumila* de la Daourie, cultivé au Jardin des Plantes. Par contre, il n'attaque pas *Planera (Zelkowa) crenata*, dont les affinités sont si grandes avec l'orme, qu'on peut greffer *Planera* sur *Ulmus*.

Il attaque donc les ormes dans les forêts, les parcs ou les pépinières, qu'ils soient en haies, en buissons, en taillis ou qu'ils forment les beaux arbres plantés le long des routes. Il leur donne un aspect désolé en amenant, en été, la dessiccation et la chute précoce du feuillage par la privation du tissu chlorophyllien. De tous côtés se sont élevées des plaintes sur ses méfaits. Les ormes de la forêt de Fontainebleau, des environs de Paris, d'Auxerre, de Genève, de Nantes, de la Normandie ont particulièrement souffert. Pourtant les ormes du Poitou sont encore indemnes, et je n'ai aperçu cette année aucuns dégâts sur l'orme de montagne planté à Zurich et à Lucerne.

Il est curieux de constater que les ormes de certains boulevards de Paris ne leur ont pas plu; la raison en serait-elle dans la couche de poussière plus ou moins épaisse qui recouvre les feuilles et gênerait leur attaque.

Cette année (1901), les adultes ont apparu en masses le 21 avril dans les parcs et sur les routes du sud de Paris après quatre jours de chaleur assez intense succédant brusquement à des froids pluvieux. Les feuilles de l'orme avaient à peine un centimètre. Ils ne se mirent à ronger les feuilles que deux ou trois jours après. A cette date, des dissections m'ont montré que les organes génitaux mâles, bien développés, étaient bourrés de spermatozoïdes, tandis que les femelles ne possédaient pas encore d'œufs prêts à être pondus. L'accouplement ne s'effectua que quelques jours après, et la ponte eut lieu vers la fin de mai. Elle se fait en plusieurs fois, le matin, par groupes de 15 à 21 œufs jaune citron, disposés à la face supérieure ou plus généralement inférieure des feuilles, sur deux ou trois rangées fortement serrées, et collés par la base.

Les premières éclosions eurent lieu le 3 juin et elles se multiplièrent jusqu'au 20 juin. Les chenilles ayant moins de 1 millimètre, sortent par une déchirure irrégulière qui relève le col de l'enveloppe et qui est toujours située du côté de l'axe d'alignement.

Dès leur sortie, les larves rongent le tissu inférieur des feuilles en respectant les fines nervures et pratiquent ainsi dans le tissu chlorophyllien de fines excavations, dont la grandeur augmente au fur et à mesure que l'armature buccale se fortifie. Mais il reste toujours une fine pellicule superficielle représentant la cuticule et des débris de cellules épidermiques. Elle brunit rapidement par la dessiccation.

L'adulte, au contraire, ronge toute l'épaisseur de la feuille avec facilité, quelle que soit l'époque de l'année.

Les lésions s'étendant, toute la feuille se dessèche malgré quelques îlots chlorophylliens, mais sans tomber immédiatement. Elle devient inutile à la plante, puisque son travail synthétique est à peu près supprimé.

Les chenilles subissent plusieurs mues, et leurs dépouilles jonchent le sol ou restent accrochées à la face inférieure des feuilles. La sortie se fait comme chez les Coccinellidés.

Lorsque l'animal atteint 6 à 7 millimètres, il s'enfonce sous le sol où se fait la nymphose et, au bout d'environ huit jours, l'adulte sort pour se rendre sur les feuilles anciennes ou sur celles de deuxième poussée. Sa vie active peut durer fort longtemps lorsque les conditions climatériques deviennent favorables.

Ainsi, l'an dernier (1900), j'ai trouvé quelques adultes vivants au 24 novembre sur des petites feuilles de troisième poussée. Mais dans l'arrière saison je n'ai jamais rencontré de pontes fraîches, ni spermatozoïdes, ni œufs mûrs prêts à être pondus. A la fin de septembre, les ovaires sont peu développés, enfouis dans un lacis de trachées. Donc, le repos hibernal est nécessaire aux deux genres pour arriver à la maturité sexuelle.

Avant cette époque, quand la nourriture devient moins abondante et la chaleur moins vive, la plupart prennent leurs quartiers d'hiver. Ce sont les greniers, les salles inoccupées ou bien les amas de feuilles qui jonchent le sol. La gelée n'en détruit que très peu. Aux premiers beaux jours tout ce peuple se réveille et le cycle évolutif recommence.

De mes recherches je conclus donc que, d'accord en cela avec Dawall et Eppelsheim, la Galéruque de l'orme n'a, dans nos pays, qu'une génération annuelle et que ce sont toujours les adultes qui hivernent.

Comme cette invasion dure depuis quatre ans, l'action sur les ormes a été très visible cette année. Beaucoup de rameaux au voisinage de la cime sont morts et beaucoup d'autres ne portent qu'un groupe de quatre à cinq feuilles à leur extrémité, attestant ainsi l'effort pénible qu'à dû faire la plante pour produire l'éclosion du bourgeon terminal du rameau. Dans les parcs et les pépinières, beaucoup d'ormes sont morts d'épuisement; les autres restent stationnaires, malgré les soins qu'on peut leur prodiguer. En effet, la destruction des feuilles, quoique moins grave dans les arbres à feuilles caduques que dans les conifères, porte un grave préjudice aux productions normales, c'est-à-dire qu'il y a un ralentissement notable dans l'allongement des rameaux et une diminution dans l'accroissement en épaisseur du bois et dans la production des graines. Il s'ensuit une certaine maladivité qui se traduit par un retard dans le verdissement au printemps, donc par un raccourcissement de la période végétative, et qui amènera la mort de l'arbre.

La destruction des pontes est impossible, car les œufs, bien protégés par une coque épaisse, ne sont pas tués par des aspersions de liquides corrosifs. Il faut donc atteindre les larves et les adultes.

Dans les forêts ou les grandes exploitations, il n'y a que les mesures d'ordre général (comme pour le hannetonage), qui consisteraient dans l'incinération des feuilles mortes, dans le damage du sol au moment de la nymphose, dans la recherche des cachettes hivernales, qui puissent être de quelque efficacité au bout de quelques années, car les parasites ne s'attaquent pas, paraît-il, à ces chenilles.

Dans les parcs et les petites exploitations, la lutte est plus facile.

On a essayé de pulvériser sur les feuilles de l'anhydride sulfureux liquide, du pétrole (1 litre par 100 litres d'eau et 3 kilogrammes de savon vert); et la mixture suivante : eau 100 litres, nicotine 1 litre, mildiol 1 demi-litre, savon noir 1 demi-kilogramme. Seulement, dans ce dernier cas, une aspersion d'eau est nécessaire le matin pour laver les feuilles, sinon elles seraient détruites.

Dawall recommande un anneau de goudron autour de l'arbre; mais son inefficacité est reconnue. On pourrait essayer des aspersions à la pompe d'un sulfure alcalin, de formol à 1 0/0. Au moyen d'un lit de mousse de 10 à 15 centimètres étalé sur le sol et qu'on brûlerait ensuite, on pourrait en détruire beaucoup.

Le moyen qui paraît le plus simple et le moins coûteux, ce serait la récolte des adultes avant la ponte, le matin, au lever du soleil, quand les insectes sont encore en torpeur, en secouant les branches; ou bien la recherche des retraites hivernales. C'est ainsi qu'au lycée Lakanal, on en a récolté et détruit des baquets dans les greniers, la tour de l'horloge et les salles de manipulation.

M. Pierre STEPHAN

Chef des travaux d'Histologie à l'École de Médecine de Marseille.

A PROPOS DE L'HERMAPHRODISME DE CERTAINS POISSONS [591.167:597]

— Séance du 9 septembre —

I

LES ORGANES GÉNITAUX DE *SARGUS ANNULATUS*

On sait que l'hermaphrodisme se rencontre assez souvent chez les poissons. Syrski (1) a fait le relevé de 21 espèces chez lesquelles cet état est constant, fréquent ou exceptionnel. Il est probable que des recherches un peu étendues augmenteraient beaucoup ce nombre; un individu anormalement hermaphrodite peut probablement apparaître dans une espèce quelconque et des espèces constamment ou fréquemment hermaphrodites doivent se trouver encore dans les groupes voisins des espèces connues. Mais des études suffisantes sur ce sujet seraient très onéreuses à cause du grand nombre de ces animaux d'un prix élevé que l'on serait obligé de sacrifier.

Ayant entrepris des recherches sur l'hermaphrodisme des poissons, j'ai pensé et j'ai pu effectivement constater que les résultats les plus intéressants me seraient probablement fournis, non par ceux de ces animaux que Syrski range dans les espèces constamment ou exceptionnellement hermaphrodites, mais parmi celles qui le sont fréquemment. J'ai l'intention de décrire les faits que j'ai pu observer chez *Sargus annulatus*, poisson commun sur nos côtes et qui appartient à la catégorie en question. Mac Leod indique que, chez cet animal, tous les individus ne sont pas hermaphrodites; parmi ceux qui le sont, le développement relatif des deux parties de la glande est variable; la partie femelle est plus petite ou plus grande que la partie mâle.

Il est certain que lorsqu'on ouvre un certain nombre de *Sargus annulatus*, on trouve des mâles, des femelles ou des hermaphrodites bien caractérisés; ceux-ci me semblent un peu moins nombreux que les mâles ou les

(1) Syrski, De Piscium osseorum organis genitalibus, *Kosmos*. Lemberg, 1, 1876.

femelles. Je décrirai d'abord comment sont constituées les glandes sexuelles de ces hermaphrodites. Chacun de ces organes est formé de deux parties allongées et accolées par une face plane : l'une interne, de section arrondie, est la portion ovarienne ; l'autre externe, de section à peu près triangulaire, est la portion testiculaire. Ces deux parties sont séparées par une paroi conjonctive ; ainsi que Brock (1, 2) l'a décrit pour les *Sparidés* en général c'est à ce niveau que sont développées les branches du canal déférent.

Dans les organes hermaphrodites que j'ai étudiés, la portion testiculaire était en pleine activité spermatogénétique. On trouvait dans les différents points des amas de cellules séminales présentant tous les stades de division

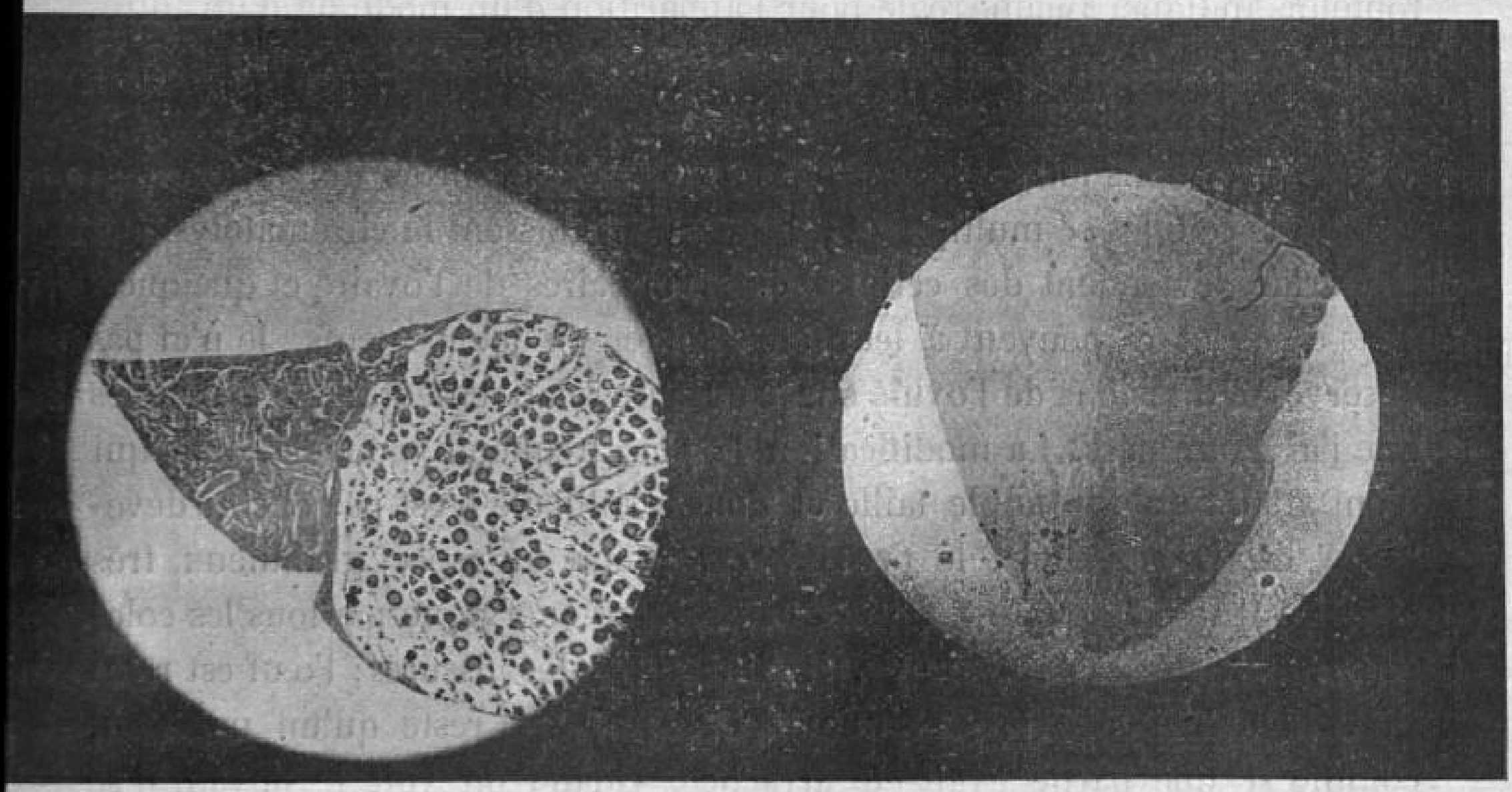


Fig. 1. Fig. 2.

ou de transformation. On rencontre parfois, ainsi que l'indiquent Brock, Mac Leod, quelque œuf rudimentaire dont le tissu du testicule, surtout au voisinage de la paroi de séparation d'avec l'ovaire ; mais le fait n'est pas très fréquent.

Chez un individu de taille assez petite, pris tout à fait au début du printemps, la partie ovarienne présente l'aspect d'un ovaire en voie de développement normal mais éloigné de l'époque de la maturité. Les jeunes œufs se présentent à tous les états de développement, mais ne dépassen pas une certaine taille ; il n'y a aucune indication du développement de grains vitellins et les cellules folliculaires sont encore rares et aplaties à la surface des œufs *(fig. 1.)*

(1) Brock, Beitrage zur Anatomie und Physiologie des Geschlechtsorgan der Knochenfische *Morph. Jahrb.*, 1878.

(2) Brock, Untersuchungen über die Geschlechtsorgane einiger Murœnoïden. *Mittheil aus der Zool Station zu Neapel*, 2 Bd., 1881.

Un autre individu, pris à l'époque du frai, possède un testicule en pleine maturité ; les différentes voies excrétrices du sperme sont remplies de spermatozoïdes. L'ovaire présente un aspect très curieux ; on y voit des œufs à tous les stades de leur développement, quelques-uns entourés d'un bel épithelium folliculaire cubique. Mais à côté on en voit un bien plus grand nombre, de toutes les tailles, arrivés à des phases de dégénérescence extrêmement variées.

Je ne veux pas décrire en détail tous les modes de désintégration des œufs que l'on peut trouver dans cet ovaire. Tous les auteurs qui ont étudié l'atrésie des follicules ovariens dans les différentes classes de vertébrés sont d'accord sur la grande variété de processus qui se présentent, sans pouvoir toutefois indiquer aucune règle pour l'apparition d'un mode ou d'un autre. La substance des œufs est envahie par des boules basophiles et acidophiles; l'épithélium folliculaire prolifère et forme de grandes masses qui occupent la place d'anciens follicules; il subit ensuite toutes sortes de transformations; ses cellules se multiplient ; beaucoup subissent la chromatolyse; la plupart redeviennent des cellules embryonnaires de l'ovaire et quelques-unes de celles-ci peuvent à leur tour évoluer en jeunes œufs. Je n'ai pas observé de divisions de l'ovule sur le nombre relativement faible de coupes que j'ai examinées. La modification la plus fréquente, pour les œufs qui n'ont atteint qu'une faible taille et dont le follicule n'est pas encore développé, est la suivante : le protoplasma prend un aspect granuleux, très opaque; il se colore d'une façon extrêmement énergique par tous les colorants; il semble cassant, on y voit des fentes, des fissures; l'œuf est ratatiné dans une loge trop grande; souvent il n'en reste qu'un morceau, comme si une partie avait été arrachée. Quand on voit le noyau, il se montre comme une vésicule, dans laquelle on ne trouve rien autre que quelques gros grains ronds dont les réactions colorantes sont les mêmes que celles du protoplasma; ce sont les taches germinatives en régression. Ce mode de dégénérescence est le plus caractéristique et le plus répandu; c'est celui que suivent d'une façon générale les œufs qui n'ont pas dépassé une certaine taille. Quoiqu'ils soient arrêtés dans leur développement, ces éléments sont cependant encore assez volumineux; il est assez difficile d'établir une comparaison entre cet état de dégénérescence et celui de cellules de taille ordinaire; il me semble pourtant, aussi bien à cause de l'aspect du protoplasma qu'en considération des états intermédiaires entre les figures de dégénérescence de ces œufs et des éléments sexuels moins développés, que nous avons affaire ici à la transformation vitreuse. Je n'ai pas d'indication sur leur sort ultérieur et la façon dont ils peuvent disparaitre ensuite des tissus.

L'enveloppe fibreuse de l'ovaire renferme des amas de cellules à granulations acidophiles, réfringentes, sur lesquelles je ne puis m'étendre lon-

guement ici, mais que j'assimile aux cellules interstitielles du testicule des vertébrés supérieurs et aux éléments correspondants de leur ovaire; je considère aussi que ces cellules proviennent des mêmes éléments de l'ébauche sexuelle primitive que les cellules du parenchyme ovarien ou testiculaire.

On trouve aussi dans cette paroi fibreuse quelques amas de cellules sexuelles indifférentes, avec un gros nucléole chromatique d'où rayonnent quelques fines travées vers la surface interne du noyau ; cette surface est garnie également de quelques amas chromatiques. C'est surtout dans la région qui sépare l'ovaire du testicule que l'on trouve des amas importants de ces cellules à granulations et de ces cellules sexuelles indifférentes.

Nous avons vu que le développement relatif des portions ovarienne et testiculaire est très variable ; on trouve aussi des individus qui ont seulement des testicules ou des ovaires. S'il s'agit d'un mâle un peu gros, à testicules très développés, l'examen microscopique de l'ensemble de l'organe est difficile. Je ne pense pourtant pas que l'on puisse y trouver les détails particuliers de structure qui s'observent chez un individu de taille plus réduite. Chez de pareils mâles jeunes, la section du testicule a la forme d'un fer de lance ; le hile est occupé par une masse conjonctive qui s'avance en pointe dans la profondeur ; dans cette masse conjonctive sont creusées les larges lumières du canal déférent cloisonné. On trouve dans ce tissu conjonctif de nombreux amas de cellules sexuelles non différenciées et de cellules à granulations. Enfin, sur des coupes sériées, on découvre en assez grandes quantités, parfois formant des nids, des œufs très caractérisés, à cet état de dégénérescence que j'ai décrit un peu longuement plus haut. Rien n'est variable comme le groupement de ces cellules ; parfois de très nombreuses coupes n'en laissent pas voir une seule ; d'autres fois il y en a un bon nombre sur une seule coupe et on continue à les voir sur une grande longueur du ruban *(fig. 2.)* Il est possible, si l'on a affaire à un testicule volumineux, que les points où elles se trouvent passent justement inaperçus ; mais il est probable qu'avec l'âge elles cessent de se former et que celles que existaient déjà disparaissent.

A côté de celles de ces cellules qui sont bien caractérisées, il y en a de beaucoup moins typiques, soit qu'on n'en ait sous les yeux qu'un fragment, soit qu'elles n'aient pas atteint un degré de différenciation suffisant. C'est ainsi qu'il y en a dont le noyau n'est pas bien différent de celui d'une cellule sexuelle jeune banale ; le protoplasma tout en se colorant fortement n'a pas encore tout à fait subi la transformation vitreuse. Quelques-unes de ces cellules sont allongées ; le protoplasma transformé est rejeté sur un côté. Dans quelques-unes de ces cellules, le protoplasma est clair, mais on y trouve un gros amas arrondi, très coloré, ressemblant tout à fait à un corps

vitellin de Balbiani, ou un certain nombre d'amas analogues, mais plus petits, groupés autour du noyau.

Dans les amas de cellules sexuelles non différenciées, dont la plupart ne présentent rien de particulier dans leur organisation, quelques-unes possèdent une ou deux grosses granulations dont l'aspect est intermédiaire à celui du Nebenkern d'un spermatocyte et du corps vitellin d'un ovocyte. Parfois ces granulations sont accolées à la surface externe du noyau. En proviennent-elles, soit par migration *in toto*, soit par exosmose de la substance chimique ? Cette situation est la seule présomption en faveur de cette hypothèse. Je ne puis donner aucun fait précis qui plaide pour ou contre cette opinion.

Chez un individu hermaphrodite assez jeune, j'avais remarqué que le testicule n'arrivait pas jusqu'au sommet de la portion ovarienne de l'organe ; il se terminait en s'amincissant et ne formait plus à sa partie supérieure qu'une mince crête le long de la région externe de l'ovaire. Chez un autre individu, jeune aussi, et femelle, chaque ovaire présentait, sur la plus grande longueur de sa partie externe, une mince bandelette faisant saillie sous forme d'une très petite crête *(fig. 3)*. Cet organe ayant été débité en coupes, je rencontrai dans toute son enveloppe fibreuse, comme chez les hermaphrodites, des amas de cellules à granulations et des cellules sexuelles non différenciées. Ces amas étaient surtout importants au niveau de la base de la crête en question. Cette crête est elle-même constituée de nombreuses cellules à granulations, de cellules folliculaires abondantes et de cellules sexuelles primitives. Quelques-unes de ces cellules sexuelles étaient transformées en œufs dégénérés ; d'autres présentaient les différents états que j'ai décrit dans les amas du hile du testicule. Ces formes variées étaient surtout abondantes au niveau de la base d'insertion de la crête ; vers le sommet, il y avait surtout des cellules sexuelles indifférenciées entourées de cellules folliculaires. L'aspect était tout à fait celui que donne un testicule jeune. Sur des individus plus âgés cette traînée est encore plus réduite et même inconstante.

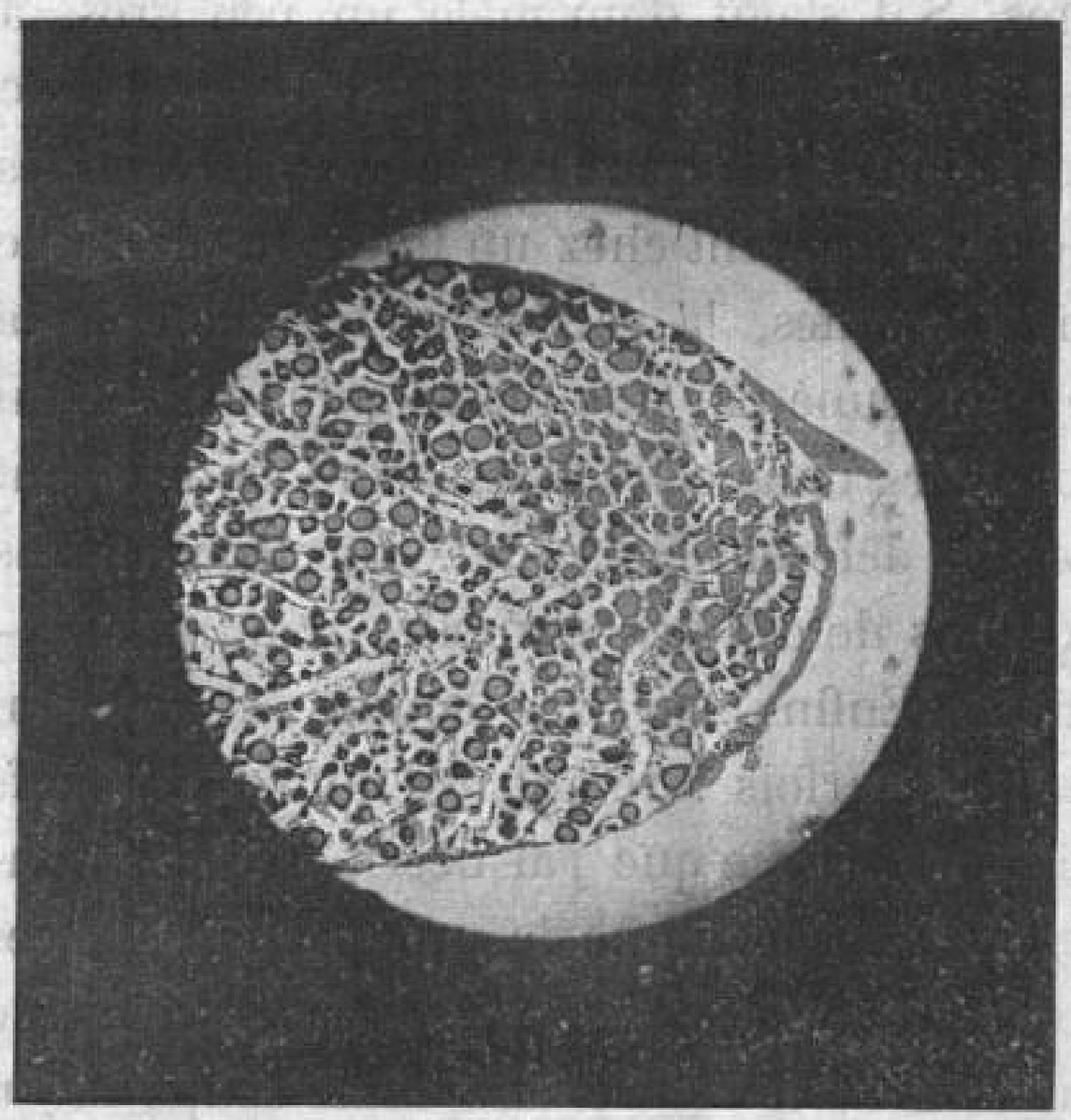


FIG. 3.

Par sa structure, comme par sa situation, cette crête semble représenter une partie testiculaire très réduite. Sans doute, au point de vue histologique,

la chose est assez difficile à prouver. On reconnaît longtemps à l'avance qu'une cellule doit se différencier en œuf; les transformations successives nécessitent probablement chez les poissons plusieurs années pour s'effectuer. L'évolution des cellules sexuelles mâles est au contraire rapide ; jusqu'au moment des divisions, elles ne présentent pas d'aspects très particuliers. Mais la situation anatomique nous semble bien plaider en faveur de la valeur représentative de cette partie.

On a signalé fréquement, surtout chez les batraciens, la présence de quelques œufs au milieu d'un tissu testiculaire. A part les cas d'hermaphrodisme bien caractérisés, je ne crois pas qu'on ait indiqué des cas correspondant à l'inverse de ce phénomène, c'est-à-dire la différenciation accidentelle de quelques cellules d'une glande génitale femelle en éléments arrivés à un certain degré de différenciation spermatogénétique. Le cas ne semble pas *a priori* devoir être plus extraordinaire ; mais, pour les raisons que j'ai exposées, il est difficile à observer. Peut-être pourrait-on en découvrir des cas si l'attention était attirée sur ce sujet. Les observations de Knappe, qui a vu des spermatozoïdes dans des œufs dégénérés de l'ovaire ou de l'organe de Bidder des crapauds seraient des manifestations de cet ordre. *Sargus annulatus* nous montre des traces de glande mâle sinon dans l'ovaire au moins en rapport étroit avec cet organe.

La description donnée par Mac Leod des organes génitaux de *Sargus annulatus* se trouve complétée et généralisée. Non seulement l'une des parties peut être plus réduite que l'autre, mais cette réduction peut aller jusqu'à ne laisser que des traces très faibles, à peine différenciées et incapables d'arriver avant de dégénérer à un degré avancé de développement.

Depuis les recherches de Brock sur *Chrysophrys aurata*, on admet que les *Sparidés* hermaphrodites, sont des hermaphrodites protandriques. Dans deux individus examinés par cet auteur, les testicules étaient mûrs, les ovaires ne l'étaient pas. Plus tard, parlant d'une façon générale des *Sparidés*, il dit que les individus unisexués sont toujours femelles. Chez les individus hermaphrodites, l'ovaire n'est jamais mûr ; ils sont donc physiologiquement mâles. Cette conception de Brock semble avoir reçu une sorte de consécration par les travaux de Cunningham (1) et de Nansen (2) sur l'hermaproditisme protandrique de *Myxine glutinosa* et l'on trouve répété un peu partout que les poissons hermaphrodites sont protandriques. Cette façon de parler est absolument inexacte en ce qui concerne le genre *Serranus* dont l'hermaphrodisme est complet, constant, avec autofécondation. Je ne parlerai pas pour le moment des Sparidés autres que *Sargus*

(1) Cunningham, On the structure and development of the reproductive elements of myxine glutinosa, *Quaterly Journal of micr. sc.* 1886.

(2) Nansen. Un hermaphrodite protandrique parmi les vertébrés, *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 1889.

annulatus. Nous pouvons nous demander si, pour ce poisson, les faits que j'ai observés permettent de conclure à une succession des états sexuels. S'il y a possibilité d'une pareille succession, il n'y a pas une succession régulière, en rapport avec la taille, comme cela a lieu chez la Myxine. J'ai eu une fois à ma disposition trois exemplaires assez gros, de même taille (16 à 18 centimètres), dont l'un était hermaphrodite, l'autre mâle, le troisième femelle. De plus petits animaux présentaient aussi indifféremment l'un de ces trois états.

Les individus manifestement hermaphrodites que j'ai examinés fonctionnaient physiologiquement comme mâles ; je suis en cela d'accord avec Brock. Est-ce absolument général ? Il faudrait examiner encore bon nombre d'individus pour pouvoir admettre cette conclusion. Si nous comparons les deux cas que j'ai décrits plus haut, celui où, la spermatogenèse étant peu avancée, les œufs étaient encore jeunes et normaux, et celui où, le testicule étant en pleine maturité, les œufs étaient arrivés à un certain degré de développement et dégénéraient, il semble que les deux parties de l'organe suivent un développement parallèle ; mais la partie mâle seule arriverait à être capable de fonctionnement, peut-être parce que ses produits n'ont besoin que d'étroits canalicules pour arriver à l'extéricur, tandis que les œufs ne pourraient trouver une issue à travers la cavité de l'ovaire comprimée par le testicule ; cet ovaire se comporterait comme un testicule de mammifère dont on a lié le canal déférent.

On pourrait soutenir que les faits se passent ainsi : l'individu est d'abord mâle, mais des traces d'ovaire se dessinent déjà au niveau de son hile ; les produits élaborés en ce point n'arrivent pas à maturité, dégénèrent ; à mesure que le poisson grandit, la portion ovarienne prend des proportions plus considérables, mais les œufs qui y sont formés dégénèrent encore au moment du frai ; enfin une année vient où l'ovaire prend la prédominance ; le testicule s'atrophie et ne forme plus qu'une étroite bandelette de tissu peu différencié le long de cet ovaire. Sans doute cette hypothèse semble parfaitement raisonnable ; mais les faits ne nous donnent-ils pas tout autant de raison de soutenir l'hypothèse contraire ? L'individu serait d'abord femelle ; puis la bandelette de tissu sexuel non différencié s'accroîtrait en un testicule ; à partir de ce moment-là, l'ovaire s'atrophierait et arriverait à ne plus être représenté que par quelques œufs dégénérés que l'on trouverait toujours au hile du testicule, région correspondant à l'ovaire primitif. L'une et l'autre de ces opinions sont des hypothèses gratuites ; elles devraient être étayées sur la considération de la taille de l'individu et nous avons vu que cet examen ne présente rien à l'appui de l'idée d'une succession des sexes. La considération de la taille semble pourtant nous donner une indication ; chez les individus volumineux je n'ai pas trouvé d'œufs dans le hile du testicule ni de crête testiculaire le long du

bord externe de l'ovaire ; leur présence est au contraire constante chez les jeunes.

S'il m'est permis d'émettre mon opinion, je dirai que nous devons nous en tenir à la considération des faits. Entre les individus purement mâles et les individus purement femelles, tous les intermédiaires sont possibles. Il y a toutes sortes de degrés d'hermaphrodisme. Si quelques œufs se développent dans les parois du canal déférent du testicule, le mâle est légèrement hermaphrodite; si une crête indifférenciée court le long du bord externe de l'ovaire, la femelle présente un faible degré d'hermaphrodisme. Par l'exagération de l'un ou de l'autre de ces cas, on arrive à un état hermaphrodite très prononcé. L'âge complète la prédominance d'un sexe sur l'autre et fait disparaître les traces de ce dernier à moins qu'il n'y ait au début à peu près équilibre : dans ce cas on a des hermaphrodites.

Une question que l'on se pose souvent à propos des animaux bisexués est la suivante : à quel sexe l'hermaphroditisme est-il superposé? Brock dit, à propos des *Sparidés*, que les organes sexuels hermaphrodites revêtent le type femelle ; lorsqu'il y a unisexualité, ce sont toujours des femelles, parce que, dans ce cas, l'épithélium sexuel se développe tout en tissu ovarien. Cette assertion renferme une erreur manifeste : il est inexact, en ce qui concerne *Sargus annulatus*, que les individus hermaphrodites soient tous des femelles ; il semble qu'il y ait autant de mâles que de femelles. Si l'on avait en vue, en dehors des organes hermaphrodites, seulement des testicules dans le hile desquels se sont développés quelques œufs, on pourrais penser que l'hermaphroditisme est l'exagération de ce type-là et dire qu'il dérive du type mâle ; si l'on considérait seulement les ovaires à crête longitudinale on pourrait soutenir l'opinion de Brock. Mais du moment que les deux états existent, il est difficile d'être d'un avis plutôt que de l'autre.

La disposition anatomique permet-elle de trancher la question? Peut-on dire que l'organe est bâti sur le type femelle ou sur le type mâle? Je ne le pense pas. Nous devons d'abord remarquer que les organes génitaux des poissons osseux sont fondamentalement du même type. Le tissu de la glande est disposé autour d'une cavité formée dans l'ébauche génitale par sillonnement ou fissuration. Sans doute, généralement, dans l'ovaire le tissu glandulaire forme des lamelles insérées sur toute la surface interne de la cavité dans laquelle elles font saillie ; dans le testicule, le tissu glandulaire forme un amas volumineux saillant à l'extérieur et par rapport auquel la cavité, devenue généralement cloisonnée, semble annexée latéralement au niveau du hile. Mais ce sont là des transformations secondaires, susceptibles de bien des modifications : je rappelle seulement que chez *Lophius piscatorius* le tissu de l'ovaire s'insère en une région limitée de la paroi : chez les *lophobranches* l'épithélium séminal revêt la surface interne d'un tube correspondant à la cavité de l'ovaire.

Au lieu d'admettre que l'organe hermaphrodite de *Sargusannulatus* est formé sur un type mâle ou femelle, il est plus simple de dire qu'il met en évidence la plus grande facilité qu'ont les éléments caractéristiques d'un sexe donné à se développer dans des conditions déterminées. Le tissu ovarien se dispose autour de cavités assez larges ; dans un organe qui aura la structure générale du testicule, ce tissu trouvera donc surtout les conditions favorables à son développement dans la paroi des canaux déférents. Le tissu séminal, malgré le cas encore mal étudié des *lophobranches*, a peu de tendance à tapisser de vastes cavités ; il forme plutôt des amas qui se creusent de canalicules ; dans un organe qui aura la structure générale de l'ovaire le tissu testiculaire se disposera en petits amas compactes adjacents à la paroi ; s'il arrive à maturité, il pourra se creuser par fissuration d'autant de canalicules déférents que cela sera nécessaire.

Ce que je viens de dire nous amène à la question de l'hermaphrodisme primitif de *Sargus annulatus*. Ne serait-ce pas une explication très simple d'admettre ceci : les organes génitaux de ce poisson sont primitivement hermaphrodites ; l'existence d'individus adultes bisexués est un reste de cet état primitif ; mais, chez un plus grand nombre, le sexe est déterminé par l'atrophie plus ou moins complète des organes du sexe opposé ?

Le sens de cette expression « hermaphrodisme primitif » a besoin d'être spécifié. Veut-on dire qu'au cours de l'ontogénie de l'animal l'organe a commencé par être hermaphrodite, une région étant mâle et l'autre, entourant la cavité, femelle ? Mais quelle preuve donnera-t-on de cette hypothèse ? Le tissu ne se différencie que tard chez les poissons osseux en tissu ovarien ou testiculaire ; l'ébauche génitale prend d'une façon plus précoce la disposition anatomique de l'ovaire ou du testicule. Il faudrait que chacune des régions fût bien irrévocablement vouée à produire du tissu d'ovaire ou de testicule, suivant que l'on considère le pourtour de la cavité ou la partie qui en est plus éloignée ; mais alors, comment concilier cette opinion avec le fait que des œufs peuvent commencer à se développer soit dans le testicule des hermaphrodites, soit dans la crête longitudinale des femelles ? Les partisans de l'hermaphrodisme primitif admettent que c'est là une condition générale ; pourquoi alors les particularités que présente *Sargus annulatus* ne sont-elles pas répandues dans les autres espèces ? Nous ne pouvons pas dire que telle ou telle partie de l'organe est mâle ou femelle, tant qu'elle n'est pas différenciée histologiquement comme telle.

Mais on pourrait peut-être parler seulement d'une prédisposition de chacune des parties à se différencier vers un sexe déterminé. La glande génitale ne serait pas hermaphrodite en fait, mais par ses tendances. Un pareil fait ne pourrait s'expliquer alors qu'en vertu d'une manifestation héréditaire. Ce serait là une deuxième manière d'interpréter l'expression d'hermaphrodisme primitif. *Sargus annulatus* descendrait d'ancêtres her-

maphrodites. Beaucoup de naturalistes admettent l'hermaphrodisme des ancêtres des vertébrés. L'état sexuel de *Myxine glutinosa*, l'hermaphrodisme des tuniciers leur fournissent des arguments sérieux. Je ne veux pas ici discuter cette question ; on devra cependant convenir que, même pour les vertébrés inférieurs, cet hermaphrodisme n'existerait plus qu'avec les caractères d'une condition qui se perd, d'une manière discontinue, puisque *Amphioxus*, *Petromyzon* ne le sont pas. Une immense série de vertébrés non hermaphrodites séparerait donc les téleostéens supérieurs qui le sont, de leurs ancêtres qui l'étaient également ; pendant ce temps, l'état primitif aurait subi une éclipse complète. La structure anatomique des organes n'est plus exactement la même. Il faudrait que la bisexualité se soit rétablie à nouveau de toutes pièces et dans des conditions nouvelles. On devrait expliquer comment ce retour à l'état primitif s'est effectué dans ce groupe plutôt que dans les autres exactement comme s'il s'agissait de l'acquisition d'un organe nouveau. Dès lors ce serait seulement par une hypothèse un peu vague que l'on pourrait soutenir que l'on est en présence d'un retour de l'état primitif plutôt que d'une néoformation.

Pouvons-nous parler au contraire d'une hérédité rapprochée ? *Sargus annulatus* descendrait d'un autre *Sparidé* constament hermaphrodite comme *Chrysophrys auratus* ou *Box salpa*, mais la fonction se perdrait, ce qui expliquerait la multiplicité des dispositions rencontrées. Cela serait très possible et il n'y a aucun argument sérieux à opposer à cette opinion. Mais il faudra aussi expliquer le développement de l'hermaphrodisme de cet autre *Sparidé*. Nous ne pouvons pas admettre qu'au cours de la phytogénèse cet hermaphrodisme se soit révélé tout à coup dans une espèce, constant, normal, régulier. Il me semble que nous devons nous imaginer des états de transition entre l'unisexualité et la bisexualité et, autant que nous pouvons nous les figurer, ces états ressembleraient beaucoup à ceux que nous présente Sargus annulatus. *Sargus annulatus* peut représenter tout à fait cette forme de transition vers les hermaphrodites vrais ou une forme qui dériverait de ces derniers. L'une et l'autre thèse sont parfaitement soutenables ; et si l'on peut quelque jour être amené à décider quelle est la vraie, on trouvera peut-être quelque autre poisson pour lequel l'autre opinion *serait plus justifiée*.

II

LES ORGANES GÉNITAUX DE *SMARIS VULGARIS*

Si les divers détails de structure que nous avons rencontrés dans les organes génitaux de *Sargus annulatus* peuvent être assimilés à certains stades d'un hermaphrodisme en voie d'évolution, nous pouvons nous

demander de quelle façon peut être apparu cet hermaphrodisme rudimentaire. Y a-t-il, dans le testicule de certains poissons, des dispositions particulières permettant d'expliquer, non pas pourquoi des œufs s'y développent, mais comment ils peuvent arriver à le faire ? Inversement, pourrait-on dire comment, dans l'ovaire, certaines parties ont une tendance à ne pas se transformer en œufs ? J'ai pensé que l'on pouvait s'adresser, pour essayer d'élucider cette question, à l'un des poissons dont Syrski dit qu'il présentent souvent des œufs dans leur testicule. Les poissons cités par cet auteur sont : *Smaris alcedo*, *Ophidium barbatum*, *Centrolophus pompilius ;* je n'ai eu à ma disposition aucun de ces poissons, mais le *Smaris vulgaris* m'a permis d'observer des détails de structure qui doivent correspondre à ceux auxquels Syrski fait allusion.

Dans des testicules adultes, on trouve bien quelques œufs qui ont subi cette sorte de modification vitreuse qui est, comme je l'ai indiqué à propos de *Sargus annulatus*, un mode si fréquent de dégénération des œufs jeunes. Ces œufs sont beaucoup plus nombreux chez les individus jeunes, surtout chez ceux qui n'ont pas encore atteint leur première époque de spermatogenèse. Là, comme pour les mâles ou les femelles de *Sargus annulatus*, nous voyons que l'âge accentue la différenciation sexuelle.

Quand on étudie un testicule jeune de *Smaris vulgaris* (fig. 4), on est frappé de la grande variété des formes cellulaires que l'on a sous les yeux.

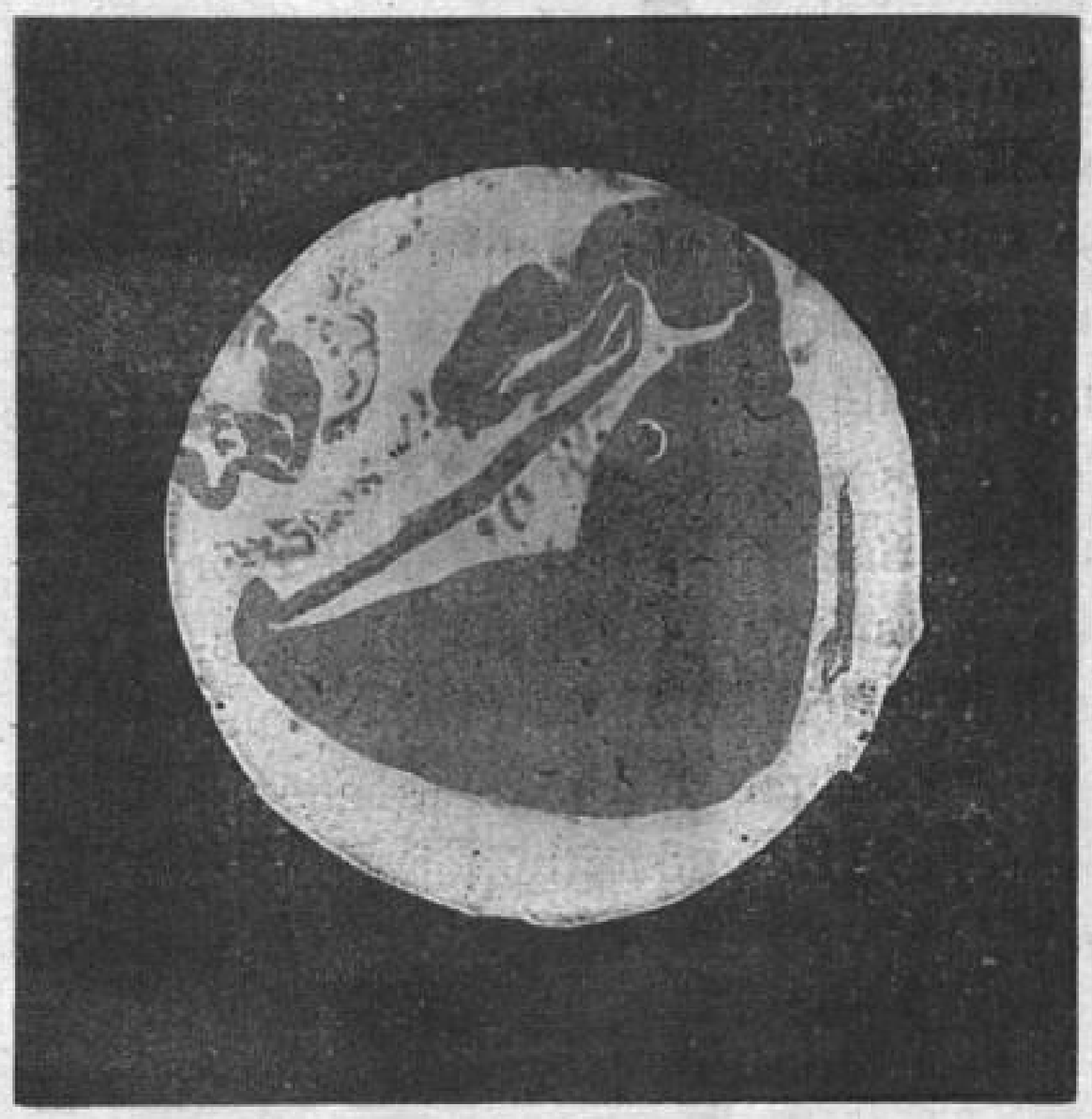


Fig. 4.

Les diverses formes de dégénérescence que les auteurs ont décrites dans la prespermatogenèse des vertébrés supérieurs sont ici extrêmement abondantes. Ne faisant pas une étude cytologique, il n'y a pas lieu de nous étendre en détail sur l'énumération de tous les types que l'on rencontre et sur la description de toutes leurs particularités. Pour le protoplasma, la dégénérescence vitreuse avec rapetissement du corps cellulaire est le mode le plus fréquent d'évolution. On trouve également des cellules dont le protoplasma s'est gonflé, est devenu clair; ou bien il est devenu vacuolaire, ou granuleux. Parfois les noyaux ne sont pas modifiés ; d'autres fois ils sont simplement plus fortement colorés ; ou bien ils ont un aspect vésiculeux, ils sont clairs et renferment seulement quelques grains chroma-

tiques ; souvent ils présentent des phénomènes de pycnose et forment un gros grain réfringent, homogène, très chromatique ou un certain nombre de grains inégaux. Dans certains cas, le corps cellulaire gonflé est rempli d'une poussière chromatique. Dans d'autres cas le noyau ne peut plus être découvert, ou bien sa chromatine n'est plus colorée. Quelques cellules sexuelles présentent, comme seule particularité, le fait d'avoir à côté du noyau un très gros grain chromatique.

En dehors des cas de nécrose cellulaire brusque et nette, on n'est pas encore très avancé sur la signification des dégénérescences. A quel moment une cellule est-elle morte? C'est ce qu'il est difficile de dire. Lorsque l'on étudie des cellules dégénérées, comme celles dont nous venons de parler, on ne peut pas penser que toutes ont été frappées de mort. On comprend bien mieux que l'on ait affaire à des éléments qui, pour une raison ou pour une autre, se sont engagés dans une mauvaise voie d'évolution, dans une sorte d'impasse où elles ne pouvaient pas aboutir à une différenciation utile; leur activité vitale s'y est usée peu à peu et elles sont arrivées aux états de dégénérescence que nous venons de voir. Les mauvaises conditions dans lesquelles se sont trouvées ces cellules peuvent provenir soit de ce que cette tentative d'évolution s'est faite dans une direction incompatible avec la stucture possible d'un élément vivant, soit de ce que les conditions ambiantes n'étaient pas favorables à la forme ainsi revêtue. Tel est le cas pour ceux des éléments sexuels dont le protoplasma ou le noyau auraient commencé à se développer dans la direction œuf. Cet œuf ne peut pas trouver autour de lui des conditions propices à son existence. Son protoplasma se ratatine alors en devenant granuleux, opaque, très colorable, c'est-à-dire en prenant l'aspect de grosses cellules en dégénérescence vitreuse. La chromatine modifiée se concentre en quelques gros grains situés à la périphérie du noyau.

Toutes les formes de passage existent entre ces œufs dégénérés et les plus petites cellules qui ont subi la modification vitreuse. Cela semble prouver que les cellules sexuelles, qui ont aiguillé dans la direction œuf d'une façon plus ou moins complète, s'arrêtent à un moment quelconque de leur évolution. Je dis que ces cellules commencent à se transformer en œufs d'une façon plus ou moins complète; c'est qu'effectivement elles ne se développent pas d'une manière normale, équilibrée : chacune des parties se transforme pour son propre compte. Bouin (1) avait bien spécifié l'indépendance de la dégénérescence des différents organes de la cellule : noyau, protoplasma, archoplasma. Il en est de même pour leur évolution anormale; on trouve quelquefois de très gros noyaux qui sont absolument analogues à des vésicules germinatives d'œufs avortés et qui sont seulement

(1) BOUIN, *Arch. d Anat. micr.*, 1897.

entourés d'une mince bande protoplasmique vitreuse; ici c'est bien évidemment le noyau de la cellule qui avait commencé à s'engager dans la direction femelle. Parfois c'est l'inverse qui a lieu; le noyau est à peine transformé; le protoplasma vitreux qui l'entoure est très volumineux. Enfin, dans les cas que nous avons trouvés fréquents surtout dans le hile du testicule de *Sargus vulgaris*, où l'on trouve un ou deux gros grains fortement colorés dans le protoplasma, n'a-t-on pas peut-être une tendance de l'archoplasma à se transformer en corps vitellin de BALBIANI?

Aux différentes espèces cellulaires que nous venons de passer en revue sont entremêlées de ces cellules à granulations que j'ai assimilées à des cellules interstitielles et dont j'ai montré la communauté d'origine avec les cellules sexuelles. Quelques-unes des cellules qui revêtent la surface interne du canal déférent jouent un rôle de secrétion. — Il y a encore d'autres modes de transformation des cellules sexuelles sur lesquels je ne puis pas m'étendre ici, n'étant pas encore arrivé à en élucider la signification cytologique.

La jeune glande sexuelle n'est pas également bien délimitée dans toute son étendue; ses parties antérieure et postérieure sont moins bien caractérisées; non seulement les cellules ne sont plus groupées en canalicules, mais elles sont plus ou moins isolées les unes des autres, souvent irrégulièrement disséminées dans une substance granuleuse amorphe. En ces régions, leurs caractères de cellules sexuelles ne sont pas bien déterminés; on ne peut pas toujours reconnaître si l'élément que l'on examine est une cellule sexuelle, une cellule folliculeuse modifiée ou quelque chose d'étranger.

Pareil fait peut du reste se retrouver ailleurs et serait peut-être général si on le recherchait; chez un *Serranus hepatus* ou *S. cabrilla*, par exemple, dans la portion inférieure de la glande génitale, le tissu testiculaire est, à sa périphérie, moins bien ordonné, moins compact. On voit des groupes de cellules génitales isolés de la masse générale, parfois même des cellules génitales seules, à différents états de développement. Comme les produits de différenciation de ces cellules ne peuvent être éliminés, ils doivent dégénérer à un moment donné. On voit en outre, mêlées à ces éléments, différentes sortes de cellules dont les unes se rattachent manifestement aux cellules sexuelles primitives, les autres en diffèrent davantage; beaucoup de ces cellules subissent la dégénérescence vitreuse ou quelque autre forme.

Il est une autre région où les cellules sexuelles n'évoluent pas suivant la destinée de celles qui forment la majeure partie de l'organe: c'est dans la partie du canal déférent. Je le répète encore, ce canal est formé par une fissuration en pleine ébauche sexuelle et les tissus qui l'entourent sont homologues. Un corollaire de ce mode de développement est la présence de nombreuses cellules sexuelles indifférentes dans cette paroi.

Contrairement à ce qui se passe chez le plus grand nombre des poissons, le canal déférent de *Smaris vulgaris* est simple. Il est formé par un espace vide laissé entre la glande et une membrane assez mince dont les deux bords s'attachent aux deux bords de la glande. La cavité ainsi constituée est assez étendue. Les tissus de la glande sexuelle passent progressivement à ceux de cette paroi.

On voit dans cette membrane de nombreuses cellules à granulations; à sa surface interne sont des cellules secrétantes; il y a également les autres types de cellules dérivées des cellules génitales primitives. Il y a des amas de cellules pigmentées qui ont peut-être aussi une origine analogue. J'ai aussi parlé des cellules sexuelles restées sans différenciation; elles sont entourées de cellules folliculeuses; celles-ci sont parfois nombreuses, formant une couche assez épaisse à 2 ou 3 rangs, de telle sorte que la cellule sexuelle semble enkystée.

Parmi toutes les parties de la glande génitale, c'est de beaucoup dans la paroi du canal déférent que l'on rencontre en plus grand nombre les cellules qui ont commencé à se transformer en œufs. Même dans les testicules volumineux, en pleine spermatogenèse, on en rencontre quelques-unes en cette région. Dans certains testicules jeunes, elles y sont très fréquentes, elles se trouvent soit dans l'épithélium de recouvrement de la surface interne, soit dans la profondeur, soit dans un de ces amas de cellules pigmentées qui semblent pourtant bien délimités à leur périphérie; en un mot elles peuvent exister en tous les points, ce qui prouve bien que les cellules génitales sont répandues partout dans cette paroi.

En ce qui concerne l'ovaire, je n'ai pas pu déterminer si le nombre des cellules sexuelles qui dégénèrent est relativement plus considérable que dans l'ovaire d'un autre téléostéen. La paroi fibreuse renferme une grande quantité de cellules à granulations. On y trouve aussi des cellules indifférenciées; celles-ci forment un amas assez important en niveau des principaux vaisseaux nourriciers. Quelques-unes sont groupées en sorte d'acini. On a, en somme, à un degré moins élevé, une disposition comparable à celle de l'ovaire de *Sargus annulatus*, de même que la fréquence des œufs dans la paroi du canal déférent représenterait un état analogue à celui du testicule de poisson, mais moins développé.

Les organes génitaux de *Smaris vulgaris*, et surtout le testicule que nous avons étudié avec plus de détails semblent donc être bien particuliers par la diversité d'aspects des cellules provenant de la ligne génitale primitive; je crois qu'il méritait bien l'attention que nous lui avons accordée. Les faits que nous avons examinés suggèrent un certain nombre de réflexions.

Presque tout le monde désigne la glande génitale jeune, dont les éléments n'ont pas commencé encore à revêtir les caractères histologiques nets de cellules mâles ou femelles, sous le nom de *glande génitale indiffé-*

rente. La plupart des auteurs font cependant remarquer que l'on devrait plutôt dire *glande génitale indifférenciée*, pour exprimer le fait que ses éléments n'ont pas encore commencé à se transformer dans un sens ou dans l'autre mais que, malgré cela, leur évolution ultérieure est déterminée à l'avance. On ne peut que s'incliner devant cette remarque ; la plupart des observations récentes sur la détermination du sexe semblent indiquer que, notamment chez les vertébrés, le sexe est déterminé au moment de la fécondation. Telle glande qui nous semble indifférente deviendra d'une façon sûre un ovaire ou un testicule. Sans doute ; mais nous ne conserverons pas cette assurance s'il s'agit d'un élément déterminé : telle cellule de cette ébauche génitale se transformera-t-elle en un certain nombre de spermatozoïdes ? Ce n'est pas sûr ; on sait combien sont nombreuses les formes de dégénérescence ; quantité de cellules n'aboutissent pas au terme d'une évolution régulière ; de plus, ces cellules génitales primitives se diviseront et leurs filles suivront probablement des destinées différentes.

Nous ne pouvons pas préciser les causes qui influeront sur le sort de ces éléments ; les conditions requises par l'individu ont ici leur importance ; on connaît les travaux qui ont été faits sur les testicules pathologiques de diverses sortes. Un rôle important doit être attribué aux tendances propres à l'espèce : les formes anomales de cellules séminales sont plus fréquentes chez certaines espèces, telle forme se trouve plus souvent chez tel animal.

On reconnaîtra que *Smaris vulgaris* est un poisson chez lequel on serait bien osé de vouloir préciser *a priori* le sort d'une cellule génitale. S'il s'agit d'une petite cellule, on ne sait si elle restera telle ou se transformera en une cellule sexuelle : ces cellules peuvent s'adapter à la fonction de nutrition interne ; elles peuvent servir à la secrétion ou bien s'engager dans une voie quelconque de différenciation et, à un moment donné, succomber ; elles peuvent commencer à devenir des œufs.

Nous avons vu que, dans la jeunesse, cette plasticité des éléments est bien plus grande qu'à l'âge adulte ; que les régions peu favorisées par leur situation sont propices en développement de toutes ces formations latérales ; tandis que, dans le corps de la glande, le sort réservé aux éléments semble beaucoup plus fixe, dans les points où les cellules génitales ne pourraient arriver au bout de leur différenciation, on voit apparaître toutes sortes de produits.

Quelles que soient les opinions que l'on puisse avoir sur la détermination du sexe, quelles qu'en soient les causes et les modalités, on peut sans inconvénient reconnaître que, dans certaines conditions, l'influence de cette détermination se fait sentir moins vivement que dans d'autres. Ce n'est pas ici le lieu de chercher à énumérer ces conditions ; elles sont probablement très nombreuses. Mais il y en a trois que je puis citer parce que

nous les avons rencontrées dans ce travail : ce sont l'espèce, l'âge et la région de la glande. Eh bien ! nous pouvons dire que, chez *Smaris vulgaris*, tout se passe comme si l'impulsion communiquée à l'ébauche génitale pour sa différenciation en glande mâle ou femelle n'était pas assez puissante pour agir avec force individuellement sur chaque cellule. De nombreux éléments sont soustraits à la loi générale d'évolution de l'organe et s'engagent dans une direction ou dans une autre; ils peuvent arriver ainsi à jouer un rôle utile à l'ensemble de la glande, ou pénétrer dans une voie sans issue au bout de laquelle ils sont voués à la dégénérescence et à la mort.

On comprendra que les détails que je viens de donner permettent de rattacher à ces phénomènes les dispositions que nous avons observées chez *Sargus annulatus*. En outre des formes cellulaires multiples, des cellules sexuelles différenciées dans une direction correspondant au sexe opposé peuvent se montrer dans la glande génitale de certains poissons. Mais en raison de diverses circonstances, il y a des régions dans lesquelles se forment plus facilement ces cellules atypiques; telle est la paroi fibreuse de l'ovaire pour les femelles; telle est aussi la paroi du canal déférent pour les mâles. Ces régions sont précisément celles dans lesquelles les produits pourront le plus facilement arriver à se frayer une voie s'ils arrivent à maturité. On comprend très bien que si, chez un jeune individu, les conditions qui déterminent l'évolution des cellules génitales en éléments mâles sont établies d'une façon exceptionnellement faible, et si, d'autre part, les conditions qui, dans l'évolution désordonnée des cellules atypiques, en amènent un nombre assez considérable à se transformer en œufs, sont plus puissantes que d'habitude, on comprend, dis-je, que l'hermaphroditisme sera par le fait établi tout naturellement. Comme il s'agit simplement de différences d'intensité dans les phénomènes, tous les degrés de cet hermaphrodisme sont admissibles.

C'est ainsi que l'hermaphrodisme pourra s'implanter en débutant par des formes variées comme celles de *Sargus annulatus*. Si les conditions s'y prêtent, au cours de la phylogénie, l'hermaphrodisme complet pourra prendre la prédominance et constituer l'état normal, c'est ce que l'on rencontre chez quelques Sparidés.

Mais la plasticité des éléments sexuels de certains poissons ne suffirait pas à l'explication de cette possibilité du développement de l'hermaphrodisme. Il faut y ajouter la disposition spéciale des canaux excréteurs. Max Weber fait remarquer que chez les poissons les canaux excréteurs sont aussi indifférents. Et effectivement nous pouvons nous rappeler encore ici la communauté d'origine et de développement de ces canaux dans les deux sexes. Primitivement, aussi bien dans la phylogénie que dans l'ontogénie, il n'y a pas de conduits sexuels. Secondairement, ils se différen-

cient par sillonnement ou fissuration, qui sont des procédés fondamentalement comparables, dans un tissu qui doit être rattaché à l'ébauche génitale.

Les partisans de l'hermaphroditisme primitif disent que ce conduit sexuel est hermaphrodite : glandes et canaux secréteurs étant primitivement hermaphrodites, les cas d'hermaphroditisme effectif se trouvent ainsi expliqués. Mais il semble que, pour pouvoir parler véritablement d'hermaphrodisme du conduit, il faudrait que ce dernier serve à l'élimination des deux sortes d'éléments sexuels. Or cela n'est pas le cas ; toutes les fois qu'il y a hermaphrodisme, l'ovaire se différenciant autour de la cavité primivement formée qui est la plus large, les conduits excréteurs mâles se forment suivant le procédé normal par fissuration du tissu testiculaire ; c'est au fond la répétition de la formation du premier canal devenu maintenant impropre à remplir le rôle de vecteur des spermatozoïdes.

Max Weber (1) dit que l'indifférence de l'appareil sexuel n'explique pas l'hermaphroditisme, mais que cet hermaphroditisme est un signe nouveau de l'indifférence. En ce qui concerne le canal excréteur, je me rattache parfaitement à l'opinion de Max Weber. Mais pour la première partie de sa proposition, il me semble que je puis ne pas être tout à fait de son avis. Évidemment personne ne peut prétendre connaître les causes qui doivent agir sur une cellule sexuelle primitive pour l'amener depuis cet état jusqu'à sa différenciation en élément sexuel mûr. Il faudrait pourtant connaître ces conditions pour déterminer comment certains éléments d'une même ébauche deviennent les uns des cellules spermatiques, les autres des cellules ovariennes.

Par le mot indifférence on peut entendre deux choses : l'indifférenciation ou l'indétermination. La première n'explique rien ; la seconde au contraire se manifeste d'une part par une plasticité très grande des éléments et d'autre part par un défaut d'impulsion dans un sens déterminé ; elle est ainsi la condition *sine qua non*, le facteur primitif de l'établissement de l'hermaphrodisme. Parmi toutes les tendances qui animent les diverses cellules, il suffit qu'un choix s'établisse et fasse arriver jusqu'à la maturité les cellules du sexe opposé pour que l'on comprenne le mode de développement de l'hermaphrodisme.

(1) Weber, Ueber Hermaphroditismus bei Fischen. Nederl. Tijdschr. voor de Dierkunde Jz. V. 1884.

M. le Commandant CAZIOT

à Nice.

COMPARAISON ENTRE LES FAUNES TERRESTRES ET FLUVIATILES DES DEUX ILES CORSE ET SARDAIGNE [591.9:45.9]

— Séance du 10 septembre —

Le tableau ci-joint, établi suivant les renseignements qui m'ont été complaisamment communiqués par le révérend Arbanasich (Fra Pièro) de Cagliari, permet de se rendre compte, par un seul coup d'œil, de la similitude des formes dans les deux îles considérées.

La comparaison a été faite dernièrement par le Dr Kobelt, dans son étude sur la zoogéographie et en particulier sur la faune de la région méridionale, mais ce savant auteur, pour établir les faits, s'est basé sur les écrits de ses devanciers, et a été conduit à présenter des conclusions discutables. La faune des deux îles était imparfaitement connue (elle l'est encore d'ailleurs), mais grâce aux recherches qui ont été effectuées par le R. Arbanasich en Sardaigne et par moi-même en Corse, on peut, dès maintenant, en tirer des conclusions, se rapprochant davantage de la vérité.

Les remarquables études de mon collègue et ami, M. Ferton, ont permis de conclure que le détroit de Bonifacio existait à l'époque néolithique et que l'île de Corse s'était définitivement séparée du continent avant l'époque glaciaire. En admettant, dit-il, avec le Dr Depéret, que l'isolement du massif corso-sarde est postérieur au pliocène, on est ainsi amené à le faire dater du pleistocène ou de l'époque chelléenne (1).

D'après la théorie de Forsyth Major, développée dans le 13e volume de Cosmos, presque toute la mer Tyrrhénienne aurait été autrefois occupée par un continent dont la plus grande partie a disparu. Il resterait, de cette terre, outre la Sardaigne et la Corse, les petites îles situées entre ces dernières et l'Italie, toutes formées de roches primitives et différant par conséquent du tertiaire italien.

Nous connaissons la nature des terrains de la Corse : la Sardaigne offre les mêmes formations. Quoique de constitution moins homogène, seule la région Est, composée de granit et de calcaires anciens, ressemble, dans son

(1) Ch. Ferton. Observations sur la faune corse. *Bulletin de la Soc. entom. de France,* 27 février 1901, p. 65.

ensemble, à la masse principale de la Corse, surtout du côté ouest. — Les montagnes commencent dans les eaux du passage de Bonifacio, par les sommets des îlots de la Maddalena et de Caprera, puis elles se dressent rapidement pour former le massif de la Sallura dont les pics nombreux, les chaînons détachés, les vallées sinueuses s'enchevêtrent en un véritable chaos. Mais tandis que les monts corses ouvrent leurs vallées les plus longues dans la direction de l'Italie et s'inclinent d'une pente rapide vers la mer occidentale, le brusque escarpement de la chaîne sarde est, au contraire, du côté de l'est : c'est l'autre versant qui présente les longues déclivités où les chaînons s'abaissent par degrés.

La région ouest est constituée par des collines tertiaires, avec de nombreux volcans éteints. Cette île a aussi beaucoup d'étangs saumâtres ou salés, communiquant avec la mer. Les étangs et les marécages des côtes l'entourent, presque tout entière, d'une zone de miasmes délétères.

Les deux îles n'ont ni chaleur tropicale, ni froid rigoureux, on doit les mettre au nombre des climats chauds de l'Europe.

Leur faune forme un ensemble absolument comparable; on constate tout d'abord l'existence, en Sardaigne, du genre *Daudebardia*, signalé déjà par Paulucci et non encore trouvé en Corse.

Il est curieux que les *Leucochroa* si facilement dispersés par les pêcheurs qui se servent de l'animal comme amorce, ne se trouvent qu'en Sardaigne (*L. sardoa* seulement, non *rimosa*, abondent dans la partie méridionale).

Les *Vitrina* sont rares dans les deux îles. Les variations de température sont brusques, les vents violents, les étés secs, cela suffit pour les empêcher de se développer. On sait qu'elles meurent promptement dans les endroits secs. Aussi ne les trouve-t-on que dans les régions élevées et abritées.

Les formes de hyalines sont nombreuses et différentes.

Les xérophiles, surtout les *Variabiliana*, pullulent dans les deux îles : elles se plaisent dans le voisinage de la mer et sont abondantes le long des étangs et des eaux stagnantes. Dans les deux îles, elles s'élèvent peu et, sous l'influence des milieux nouveaux, elles se sont modifiées; quoique portant des noms différents dans les deux îles (quelques-unes seulement sont communes), elles ont de grands rapports de similitude.

Néanmoins les modifications ont été assez sérieuses pour différencier les formes et les couleurs.

Seules les espèces à ombilic peu ouvert du genre *mantinica*, *erratica*, *arvicola* en Corse, *cespitum en Sardaigne*, ne sont pas littorales (néanmoins cette dernière espèce vit à Porto-Torres, on la trouve aussi à Sassari, à Ozieri e Patada (M^te^ Aguto), au cap de San-Marco et de de San-Teresa di Galluri). Elles vivent sur les terrains calcaires, dans la montagne. C'est une espèce très riche en individus et par conséquent très polymorphe.

Les *Fruticicola* sont rares, mais les formes sont variées et nombreuses, surtout en Corse. On peut les considérer comme une espèce dominante, car on les trouve partout dans les deux îles et d'après une loi formulée par M. Locard, les espèces dominantes, c'est-à-dire celles très répandues dans un vaste habitat, sont les plus variables. L'habitat n'est pas vaste, mais les espèces sont particulières à l'île et on les trouve aussi bien dans le nord que dans le midi, autant sur le calcaire que sur le granit.

Lorsqu'on a constaté l'existence commune des *H. corsica*, *perlevis* d'*anconæ*, *carthusiana* et *cinctella*, les quinze autres espèces ou variétés sont bien différentes. Quelques *Trichias* se relient à la faune alpine et doivent être plus anciennes que la séparation des deux îles, mais la plus grande partie ont des formes spéciales et ont dû subir l'influence de leur nouveau milieu.

Le groupe *Campylea*, limité d'une façon complète entre les deux îles, s'y est développé d'une façon différente. L'*H. Raspaili* signalée par Cantraine en Sardaigne est tout à fait douteuse. J'en ai fait connaître les raisons dans mon travail sur la faune corse; il est plus que probable que Cantraine a confondu ladite Hélice avec l'*H. Caroti*, seule commune aux deux îles.

La Corse est beaucoup plus riche en Campylées : elles sont, pour la plupart, localisées dans certaines parties sauvages, peu explorées, séparées les unes des autres par de profonds ravins encaissés, sans communication, aussi conservent-elles leur caractère propre, d'autres sont répandues sur toute la surface de l'île, et ainsi qu'en Sardaigne, on les rencontre aussi bien au nord qu'au sud, à l'est qu'à l'ouest, mais peu communes et pas toutes localisées, comme l'indique le Dr Kobelt.

Les *Campylea* de Beck forment un groupe constitué par la réunion des *chilostoma* et *corneola* de Fitzinger, de date antérieure. Le Dr Kobelt a eu raison d'y joindre les *Tacheocampylœa* de Pfeiffer.

Les ancêtres fossiles sont inconnus (sauf, toutefois, un *doderleini*, que Brusina a représenté dans ses matériaux pour la faune malacologique néogène de la Dalmatie, sans donner de description, aussi est-il difficile d'être bien fixé à cet égard), le problème de leur venue est donc encore un problème.

A propos de cette localisation, il y a lieu de signaler l'isolement complet et la conservation du type de l'*H. Tristis*, à l'embouchure de la Gravone près Ajaccio. C'est une espèce rare, qui, comme les Raspailiennes, ne sort que la nuit et lorsqu'il pleut, s'enfonçant profondément en terre lorsque le soleil luit. Elle conserve bien sa forme et ne peut être comparée qu'à l'*H. aperta*, de nature solide et de spire élevée, dont elle est sans nul doute un rameau aberrant.

Les *Iberus* sont nombreuses, mais différentes dans les deux îles, fort peu

d'espèces sont communes. La *Serpentina* type n'existe pas en Sardaigne, on la trouve en Corse (on sait que le type se trouve à Pise et à Livourne). La Sardaigne est la patrie de l'*H. Hospitans*. Ce groupe affecte, en surface, une *area* de dispersion remarquable. En Corse elles sont franchement localisées. En Sardaigne on les trouve un peu partout, mais non toutefois dans les îles de S. Antioco (aussi Targioni), ni dans San-Pietro, ni certainement, d'après Fra Pièro, dans les îles de Caprera, Maddalena et probablement pas dans les nombreuses îles qui entourent la Sardaigne.

C'est à Bonifacio qu'elles sont les plus populeuses, en présentant la plus grande fixité : c'est donc leur habitat normal.

Le groupe des Tropidocochlis a cela de particulier que la Sardaigne possède des types qui sont algériens (*Trochoïdes contermina* et variétés), tandis que la Corse a plutôt les espèces *Conica* du continent français.

L'*Helica elegans* et *seitula* sont communes aux deux îles.

Les *Clausilias* n'ont presque aucun rapport, quoique appartenant au même groupe et à la même section. Ce sont, pour la plupart des *Marpesia*, mais les *Cl. laminata* (d'introduction récente) *Bidens et Porroi* (syn. *Meissneriana*), sont spéciales à la Corse ; en Sardaigne toutes sont des *Kusteri* ou des variétés de cette espèce. On trouve aussi la *Solida*, dans les environs d'Iglesias.

Le *Cyclostoma elegans* existe dans les deux îles, mais le *sulcatum* ne se trouve qu'en Sardaigne.

C'est un fait étonnant, car c'est une espèce fort commune sur le continent entre Marseille et Grasse (Cassis, Toulon, Agen). Il est vrai qu'on ne le trouve pas à Nice. Il se trouve en Sicile, mais non en Italie. Régnier l'a signalé à Bonifacio, peut-être existe-t-il dans les îles voisines, mais on ne le trouve pas dans les environs de cette ville.

Le genre *Pomatias* est d'une grande rareté dans les deux îles. Peut-être existe-t-il en Corse, dans la vallée du Golo (non à Bigogla, comme l'a signalé M. Mabille, ainsi qu'il le reconnait lui-même), mais je ne l'ai pas trouvé. Westerlund signale quelques localités en Sardaigne (Siliqua, San-Antonio, etc.) Fra Pièro m'a fait connaître qu'il n'avait pas eu la bonne fortune d'en rencontrer un seul. Il a, néanmoins, constaté l'existence du *P. sardoa* au cap Teulada et à Oliena.

Le Dr Kobelt, qui croit qu'il n'y a pas de *Pomatias* en Corse, malgré les écrits de M. J. Mabille, dit « qu'ils ont leurs plus proches parents en Sicile et dans le nord de l'Afrique d'où elles ont pénétré, après la séparation de l'île dans les régions calcaires de la côte est où elles sont limitées. Il ajoute que l'extension du genre dans la Ligurie et l'Italie moyenne a dû avoir lieu à une époque où le massif corso-sarde était déjà isolé ».

Ils ne sont pas limités à la côte Est, les découvertes de Fra Pièro l'attestent et les *Pomatias* sont très rares dans le nord de l'Afrique (deux en

Tunisie, deux en Kabylie, trois en Algérie), et les études botaniques des zoologistes et les miennes propres, m'ont amené à conclure, ainsi que M. Ferton, que rien ne nous obligeait à admettre une liaison intérieure de l'île Corse (de la Sardaigne par conséquent) avec la Barbarie.

On ne trouve en Corse qu'une seule espèce de *Succinea* (*S. elegans*), elle est rare en Sardaigne, qui renferme en outre les *S. debilis*, *Pfeifferi* et *Sostiæ* (sp. nov.). Le *debilis* n'est pas une variété de l'*elegans* ; elle vit en Algérie, en Espagne, en France, dans le sud-ouest, mais non en Provence. La *Pfeifferi* est répandue dans toute la France et l'Italie.

Il n'en est pas de même pour les Limnea qui sont, il est vrai, plus polymorphes que les Succinées : le nombre des espèces qui vivent dans les deux îles est assez grand, mais les formes diffèrent un peu. En Corse, c'est le *Peregra* et ses variétés qui dominent; en Sardaigne, elle est rare, ainsi, d'ailleurs, que toutes les autres espèces. On y trouve l'*Auricularia* et des variétés du Palustris qu'on ne trouve pas en Corse. La *Physa acuta* est spéciale à la Sardaigne, la *contorta* à la Corse : elle existe aussi en Sardaigne, mais à l'état de rareté.

Les *Planorbis* sont aussi différents : en Corse dominent les *P. Slaber* et *brondeli* (au sud la *subangulata*), en Sardaigne c'est l'*umbilicata* et la *complanata*. (Je viens de signaler en Corse l'existence des segmentina). Les *ancylus* ont beaucoup plus d'analogie. Ce sont les *A. simplex*, *strictus*, *costulatus* et *gibbosus*, qui sont plus nombreuses dans les deux îles.

En Corse, on trouve un plus grand nombre de formes, entre autres les *A. riparius*, *vitracens* et *guidoni* (une nouvelle espèce dont la surface est polygonale, au lieu de former une enveloppe courbe régulière comme ses congénères).

Malgré la grande quantité de sources d'eaux claires et limpides, on n'a pas encore signalé de *Bythinella* en Sardaigne ; les amnicola y sont aussi rares. Elles sont communes en Corse et bien différentes de forme. Il en est de même pour les *Pisidium*, ce sont les *P. cazertanum*, *pulchellum*, *planulatum* que l'on trouve dans cette île, en Sardaigne : le *P. pusillum*, *alicum*, *æfusatum* (un est spécial aux deux îles).

Les unios sont identiques et plaident pour une séparation très ancienne du massif corso-sarde.

En général, la faune quoique présentant des différences entre les formes est sensiblement la même pour les deux îles. Les espèces y ont été importées principalement d'Italie et du continent français. Elle ne donne pas de preuves en faveur d'une liaison avec le nord de l'Afrique ou avec les Baléares.

Elles possèdent toutes deux des espèces qui leur sont propres.

Avant nous, Shuttleworth avait déjà formulé que la Corse ne montre qu'une parenté éloignée avec les côtes d'Afrique, en particulier avec Alger.

	CORSE		SARDAIGNE		
	Esp.	Var.	Esp.	Var.	
Testacelles	2	»	4	»	1 sp. commune.
Daudebardia	»	»	2	»	
Vitrina	2	»	2	»	1 commune.
Conulus	1	»	1	»	commune.
Hyalinia	18	3	18	3	8 communes.
Leucochroa	»	»	1	11	(Leuc. Sardoa.)
Helix Patula	4	4	»	»	1 commune.
Vallonia	1	»	2	»	1 commune.
Achantinula	1	»	1	»	commune.
Gonostoma	1	»	»	»	
Fruticicola	19	4	11	1	5 communes.
Hygromia	1	»	1	»	commune.
Campylea	23	6	3	6	1 commune.
Euparypha	1	4	1	10	1 commune.
Xerophila	45	8	46	44	10 communes ; Pas de cespitum en Corse. 1 variété ; Pas de neglecta en Sardaigne.
Tropidocochlis	3	4	4	9	2 communes ; Pas de contermina ni de trochoïdes en Corse. 1 variété ; Pas de conica en Sardaigne.
Cochlicella	3	4	1	2	1 commune.
Iberus	4	5	18	23	3 communes ; Serpentina type douteux en Sardaigne. Hospitans type douteux en Corse.
Macularia	2	7	2	9	1 commune. 1 variété.
Pomatias	4	13	2	8	2 communes. 3 variétés.
Pupina-mastus	»	»	»	1	
Napeus	1	»	1	»	
Chondrulus	2	5	3	4	2 communes. 2 variétés.
A reporter	138	67	124	131	

	CORSE		SARDAIGNE		
	Esp.	Var.	Esp.	Var.	
Report	138	67	124	131	
Lauria	2	2	2	2	1 commune. 1 variété.
Orcula	»	»	1	1	
Torquilla	3	2	2	»	Rien de commun.
Modicella	»	»	1	»	
Granopupa	1	1	»	»	1 commune.
Isthmia	1	1	1	»	1 commune.
Pupilla	1	»	»	»	
Vertigo	1	»	3	»	1 commune.
Balia	2	»	2	»	
Clausilia	4	2	5	7	1 commune.
Stenogyra	1	»	1	5	1 commune.
Cionella	2	»	5	1	1 commune.
Carychium	2	»	3	»	1 commune.
Ferussacia	2	»	3	4	1 commune.
Cœcilianella	2	»	6	»	1 commune.
Succinea	1	»	7	3	1 commune.
Cyclostoma	1	»	2	5	1 commune. Pas de sulcatum en Corse ni en Sardaigne.
Pomatias	2	»	2	»	
Limnea	16	8	8	11	5 communes.
Physa	1	»	8	10	
Planorbis	6	1	7	4	2 communes.
Segmentina	1	»	»	»	
Ancylus	11	4	5	1	5 communes.
Bythinie	5	»	4	1	1 commune.
Peringia	4	»	»	»	
Bythinella	5	»	»	»	
Amnicola	10	»	8	2	
Paludestrina	3	»	»	»	
Spherium	2	»	2	»	commune.
Pisidium	6	»	4	»	1 commune.
Unios	2	»	2	»	commune.
TOTAL	238	88	218	188	

MM. FABRE-DOMERGUE et Eugène BIÉTRIX

APPAREIL A ROTATION POUR L'ÉLEVAGE DES ŒUFS ET DES LARVES DE POISSONS MARINS [639]

— Séance du 10 septembre —

Tous ceux qui se sont occupés de l'évolution des animaux marins savent quelles difficultés ils ont rencontrées lorsqu'il s'est agi de leur faire dépasser, dans les appareils d'élevage, un certain degré de développement, variable pour chaque espèce, et qui constitue pour elle une véritable période critique. Les poissons n'échappent pas à cette règle et c'est ainsi que peut s'expliquer la pénurie de documents relatifs à leur passage de l'état larvaire à celui d'alevins. Après bien des tâtonnements, après avoir reconnu que la question d'alimentation jouait un rôle prépondérant parmi les conditions indispensables à l'élevage de ces êtres, et qu'en l'assurant on pouvait obtenir, pour certaines espèces, la transformation complète d'un petit nombre d'individus (Hareng (1), Cotte (2), Plie (3), force a bien été de constater que la plupart des autres espèces avaient d'autres exigences.

L'intéressante observation de M. Browne (4) concernant la survie des méduses dans l'eau non courante, mais maintenue en état d'agitation continue par un disque plongeur animé de mouvements alternatifs d'ascension et de descente, a ouvert une voie nouvelle et réellement féconde à l'expérimentation. Son application à l'élevage du *Blennius ocellaris* par M. Garstang qui eut l'heureuse idée d'utiliser ce dispositif pour l'étude du problème le plus ardu de la Pisciculture marine et obtint, grâce à lui, une survie de 50 0/0, nous a engagés à combiner les deux conditions, reconnues au même titre indispensables et à organiser, au laboratoire de Concarneau, un appareil suffisant pour assurer sur une grande échelle, l'incubation et l'élevage des espèces marines comestibles.

(1) MEYER. *Biologische Beobachtung. bei Kunstlicher aufzucht des Herings,* IV-VI, Jahresb. d. Kom. Z. Wissensch. Untersuch. der deutsch. Meere in Kiel, 1878.

(2) FABRE-DOMERGUE et BIÉTRIX. *Rôle de la vésicule vitelline dans la nutrition larvaire des poissons marins.* Comptes rendus de la *Soc. de Biologie,* 30 avril 1898.

(3) DANNEVIG-HARALD. — *On the rearing of the larval and post larval stages of the plaice.* Rep. of the fishery Board for Scotland, for 1896 (p. 175-192) and for 1897 (p. 223-224).

(4) BROWNE. — *On kœping medusæ alive in an Aquarium.* JOURN. OF THE MARINE BIOLOG. ASSOC. Plymouth. vol. V, p. 176-180. 1898.

(5) GARSTANG. — *Preliminary experiments on the rearing of sea-fish larvæ.* Même recueil. vol. VI, 1900, p. 70-93.

D'après les observations de M. H. Dannevig sur la Plie, l'action seule des courants de convection, dus à l'échauffement inégal de la masse de l'eau atteignant graduellement, dans un vase de verre, la température de l'air ambiant, déterminerait des mouvements très lents dans la masse liquide, auxquels il attribue l'influence la plus heureuse. Beaucoup plus actif, le mouvement du plongeur Browne nous semblait néanmoins un peu violent pour les larves très délicates que nous nous proposions d'élever. Nous avons donc cherché un dispositif susceptible de produire un entraînement continu des larves en suspension dans l'eau, assez doux pour ne pas les traumatiser, mais assez puissant néanmoins pour les empêcher de se déposer au fond du vase. Après un certain nombre d'essais au cours desquels nous employâmes successivement des hélices, des palettes, etc., nous avons fini par nous arrêter au dispositif suivant (1) :

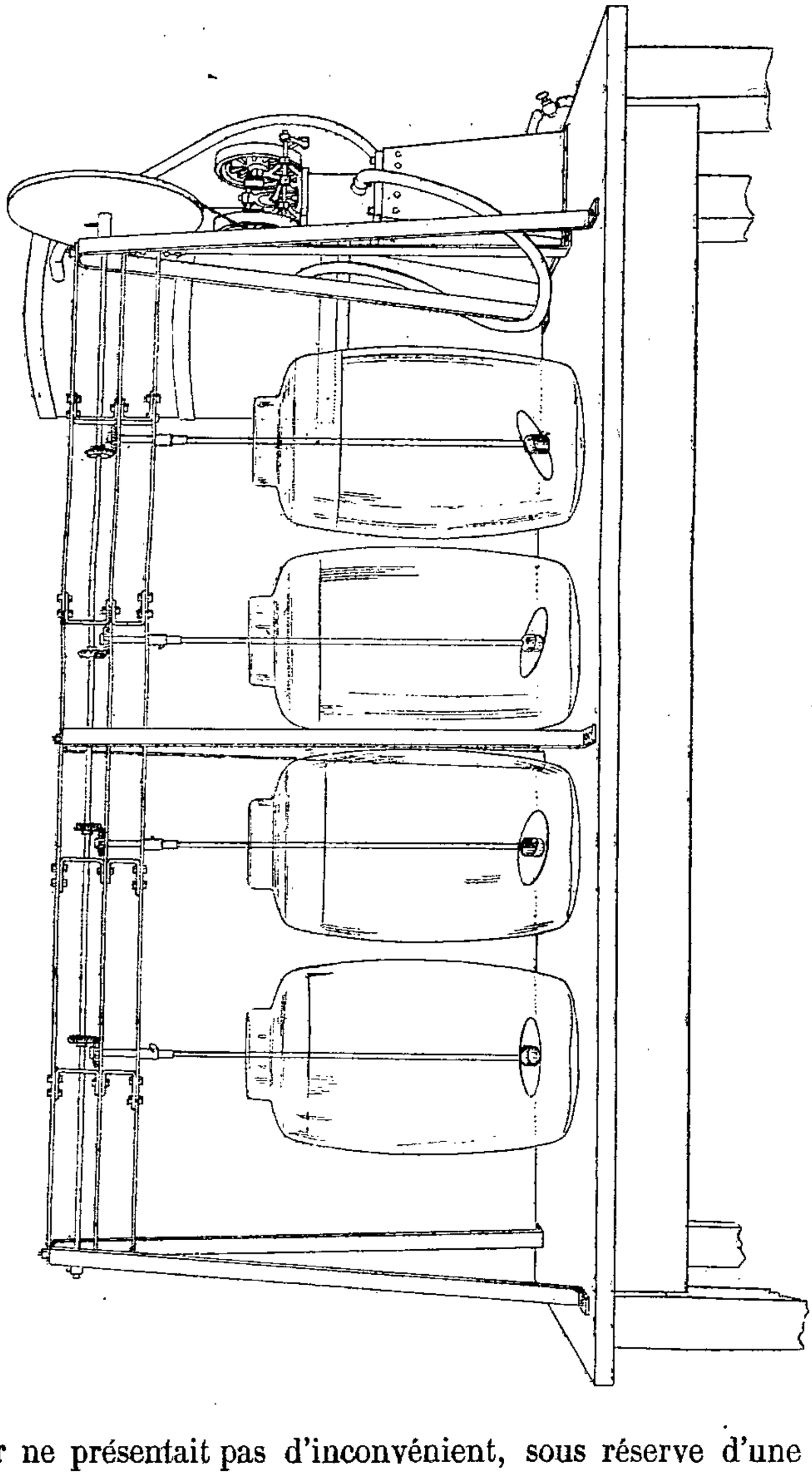
Quatre tonneaux de verre, d'une contenance de 50 litres environ, sont placés côte à côte au-dessous d'un bâti en fer fixé sur la table même qui les supporte. La partie supérieure du bâti porte un arbre horizontal muni à l'une de ses extrémités d'une poulie de transmission. Le long de cet arbre et au-dessus de chaque récipient, deux pignons d'angle transmettent le mouvement à un petit axe vertical muni inférieurement d'une douille en bronze. Dans cette douille s'engage, maintenue par une vis de pression, une tige de verre parfaitement droite à la partie inférieure de laquelle se trouve fixé un disque de verre soigneusement arrondi et poli sur ses bords. Le disque est percé en son milieu d'une ouverture de diamètre un peu supérieur à celui de la tige qui le porte, de manière à ce qu'on puisse lui donner une inclinaison convenable et déterminée par la direction de section de deux bouchons de liège glissant à frottement dur sur la tige de verre et le maintenant solidement fixé. La distance la plus favorable du disque au-dessus du fond nous a paru être d'une dizaine de centimètres.

Notre appareil étant installé au début dans une des salles du laboratoire dépourvue d'eau courante, nous avons été amenés à nous servir, à la place d'une roue hydraulique, comme appareil moteur, d'une petite machine à air chaud d'Heinrici de 1/40e de cheval, chauffée par un simple bec Bunsen. Ce système nous a donné, après un emploi de plusieurs mois, sans discontinuité, des résultats si constants, il nous a paru d'un entretien si facile que nous avons continué à l'utiliser malgré le transport de l'appareillage dans l'aquarium au moment des chaleurs de l'été.

Les auteurs qui se sont servis de la méthode de l'agitation, ont cru devoir remplacer par des décantations plus ou moins fréquentes, une partie de l'eau de leurs récipients. Cette pratique semblait avoir pour raison la

(1) L'appareil décrit ici a été construit par M. Cogit et nous sommes heureux de saisir l'occasion de le remercier de l'aide efficace qu'il nous a donnée au cours de nos essais.

nécessité de pallier l'effet nuisible dû à la présence des matières résiduelles introduites dans les vases sous forme de plankton. Néanmoins nos essais antérieurs sur le Cotte, effectués dans les mêmes tonneaux, mais sans agitation et sans renouvellement d'eau, nous ayant appris que cette manière de



Appareil à rotation pour l'élevage des œufs et des larves de poissons marins.

procéder ne présentait pas d'inconvénient, sous réserve d'une condition que nous indiquerons plus loin, l'expérience fut toujours continuée de la même façon.

Dans certains cas seulement, lorsque des matières nutritives abondantes et susceptibles de se putréfier rapidement devaient être ajoutées au milieu,

nous avons eu recours à un courant d'eau continu tombant dans l'un de nos tonneaux, dont le fond était garni d'une couche de sable de quelques centimètres d'épaisseur. L'eau traversant ce sable était ensuite évacuée par un trop plein partant de la région inférieure du tonneau à travers une tubulure, de telle sorte que la circulation se trouvait assurée dans la mesure voulue sans qu'aucun des organismes pût être entraîné au dehors. Bien que ce dispositif puisse être employé avec avantage, croyons-nous, pour éviter les inconvénients d'une trop grande accumulation d'êtres vivants dans un espace aussi restreint, nous n'avons pas cru devoir l'adopter d'une façon générale en raison des excellents résultats obtenus autrement.

Sous l'influence de la rotation des disques, la masse de l'eau contenue dans chaque tonneau subit un double mouvement, l'un de giration totale peu sensible à la périphérie et à la surface, l'autre ascensionnel d'où résulte, pour les êtres en suspension, un transport continuel à tous les niveaux du vase. Ceux qui arrivent au contact du disque sont repoussés sans même le toucher et rejetés dans la circulation générale. Il est à remarquer cependant que cet entraînement régulier ne se produit que pour les êtres bien vivants dont la densité se maintient au voisinage de celle de l'eau de mer, tandis que ceux qui subissent un commencement d'altération et d'imbibition tombent assez rapidement sur le fond pour ne plus être soulevés par le disque. Le même phénomène s'observe sur les particules inertes que l'on peut jeter dans l'eau et qui, malgré leur faible excès de densité, ne tardent pas à gagner les parois du vase, particularité qui rend très difficiles tous les essais d'alimentation artificielle auxquels on est d'abord tenté d'avoir recours (jaune d'œuf, amidon, chair pilée, etc.).

Pour obtenir la suspension des êtres vivants, point n'est besoin d'ailleurs d'imprimer au disque rotatif un mouvement rapide. Trente tours à la minute environ correspondent à la vitesse *optima* pour les sujets dont nous nous sommes occupés.

Nous avons dit plus haut qu'on pouvait sans inconvénient se passer du renouvellement de l'eau et cependant maintenir dans les vases une quantité relativement considérable d'êtres vivants. Cela implique d'une part l'oxygénation continue du milieu, d'autre part l'élimination d'une proportion de déchets nuisibles impossible à éviter. Le maintien de cet équilibre, réalisé par les auteurs cités au début de cette note, grâce à l'apport régulier d'une certaine quantité d'eau fraîche, s'obtient d'une façon plus commode et plus complète si l'on a soin de provoquer la présence et d'entretenir la vie d'une proportion suffisante d'êtres verts dont la fonction chlorophyllienne remplit naturellement ce rôle. Cette considération nous a même amenés à « former » les tonneaux à l'avance en y introduisant des organismes verts qui se fixaient au bout de quelques jours en formant sur les parois du verre un revêtement complet. Le développement de ces êtres est

au plus haut point favorisé par l'exposition de l'appareil à une vive lumière, mais les rayons directs du soleil bien qu'extrêmement favorables à cette production doivent être tamisés ou atténués pour éviter tout échauffement de l'eau.

Les organismes verts qui nous ont donné les meilleurs résultats provenaient des marais salants du Croisic et nous étaient expédiés de la façon la plus obligeante par M. Paul Bachelier qui avait bien voulu faire les recherches nécessaires pour nous les procurer. Nous n'avons malheureusement pu déterminer exactement leur position taxinomique et nous nous bornerons à dire qu'ils nous ont paru être des zoospores d'algues unicellulaires. Quoi qu'il en soit l'action utile de nos organismes verts ne se bornait pas à assurer l'oxygénation du milieu ; pour bien des formes larvaires, au début de l'alimentation elles constituaient une nourriture facile à appréhender et dont nous trouvions souvent des amas dans l'estomac de nos élèves.

Si dans des tonneaux ainsi « formés » on jette régulièrement chaque jour du plankton filtré de façon à éliminer les gros organismes pélagiques tels que les béroés, les méduses, les cydipes, etc., qui consommeraient inutilement les matériaux utiles du milieu, on parvient à maintenir sa population en parfait état de santé et de vie. Le principal écueil d'un apport continu de plankton consiste en ce qu'une partie des êtres qui le composent est plus ou moins altérée par sa récolte même et qu'introduit dans les tonneaux il donne rapidement lieu à un dépôt dangereux. Avec la complication d'une élévation inopinée de température il peut, dans ces conditions, se produire une putréfaction rapide, caractérisée par une teinte bleuâtre de l'eau et susceptible d'entraîner la mort de toute la population mise en élevage.

Moyennant certaines précautions et notamment celle d'éviter tout arrêt du mouvement, fût-il d'une heure en deux, nous avons pu conserver en parfait état et voir se développer non seulement les œufs et les larves des poissons dont nous poursuivions l'étude, mais encore un grand nombre de formes larvaires appartenant au plankton destiné à les nourrir. Des colonies d'hydraires très touffues venaient former sur la paroi du verre, sur le disque tournant et son support un tapis vivant assez épais pour gêner le développement de nos larves soit par leur capture, soit par la formation des méduses qui en émanaient et qui se montraient extrêmement friandes de ces petits êtres. En même temps, des annélides, des actinies et d'autres organismes fixés garnissaient le fond du tonneau tandis qu'une épaisse végétation de conferves recouvrait la couche verte primitive et contribuait à l'alimentation des habitants de ce cosmos en miniature.

Étant donné le peu de succès obtenus jusqu'ici en matière de pisciculture marine dans les appareils si variés préconisés de côté et d'autre, il ne sera

pas sans intérêt de dire que cette simple modification du procédé si ingénieux de l'agitation nous a permis de pousser jusqu'à des périodes très avancées de leur développement plusieurs espèces de poissons des plus réfractaires. Le Cotte, la Sole dont nous avons obtenu l'évolution complète (1) le Sprat que nous avons conduit jusqu'à la taille de 12 millimètres et dont nous n'avons perdu les spécimens en observation qu'à la suite d'un accident, le Bar et la Sardine auxquels nous avons fait franchir en les alimentant, la période critique de la résorption vitelline nous montrent suffisamment le parti que peut tirer de cet appareil la pisciculture marine.

Il est dès maintenant certain que la méthode de l'agitation dont plusieurs applications ont été faites au laboratoire de Plymouth nous donne le moyen d'élever complètement n'importe quelle forme marine larvaire à la condition d'ajouter au milieu qui l'environne la nourriture spéciale dont elle a besoin. Le problème se restreint donc en somme aujourd'hui à trouver l'aliment le plus propre à chaque espèce étudiée et pourra être aisément résolu pour un grand nombre de ces espèces. N'exigeant en outre qu'un faible volume d'eau de mer, le procédé peut-être appliqué sans grands frais — moyennant quelques envois de plankton — dans les laboratoires les plus éloignés du littoral et permettra des études embryologiques que l'on ne pourrait penser à aborder sans son aide. L'emploi des grands récipients n'est même pas indispensable car nous avons pu constater qu'appliqué à des vases d'un ou deux litres, le principe de la rotation ne laisse pas que d'y entretenir une vie aussi intense que dans nos tonneaux de cinquante litres.

M. le Dr ALEZAIS

Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

QUELQUES ADAPTATIONS FONCTIONNELLES DU RACHIS CERVICAL CHEZ LES MAMMIFÈRES [591.48]

— Séance du 10 septembre —

Le rachis, comme les autres parties du squelette, doit subir des modifications morphologiques pour se prêter aux fonctions si variées que présentent les animaux. Pour le rachis comme pour les membres, cette vue

(1) FABRE-DOMERGUE et BIÉTRIX. — *Sur l'élevage complet de la Sole au Laboratoire de Concarneau C. R. 1901.*

théorique, cet *a priori* demande a être vérifié par l'observation. On ne saurait se contenter d'une affirmation aussi vague que l'esprit conçoit bien comme probable, mais que la comparaison des types peut seule légitimer. Cette étude est, du reste, fort intéressante, mais elle a une portée plus grande, elle peut permettre, en précisant les rapports qui unissent morphologie et fonction, de déterminer dans certains cas la fonction qui s'attachait à une forme donnée.

L'étude des adaptations du rachis offre une difficulté qui lui est propre, ou plutôt cette étude, pour être exacte, nécessiterait la connaissance d'un facteur qui joue un rôle important dans la question, je veux parler du volume de la moelle dont le rachis, entre autres fonctions, forme le canal protecteur. Cette donnée fait le plus souvent défaut, car on n'a en mains que des squelettes tout préparés, dépouillés des parties molles, et l'on est réduit, pour apprécier le volume relatif du trou rachidien, à prendre pour point de comparaison le corps vertébral, qui est susceptible de varier suivant d'autres influences, telles que la masse de l'animal,

Je signalerai dans cette étude quelques traits généraux qui ressortent de l'examen du rachis cervical, considéré chez des mammifères de fonctions différentes et appartenant à des groupes variés. J'envisagerai le type fouisseur, le type coureur et le type grimpeur, et je m'adresserai surtout aux vertèbres moyennes de la région, laissant de côté les deux premières qui ont des adaptations spéciales et la dernière qui participe aux caractères dorsaux.

I. — *Type fouisseur*. — Castor, Marmotte, Campagnol (Rongeurs), Tatou (Édentés), Hérisson (Insectivores).

Chez tous ces animaux, le cou a un même caractère, qui est une brièveté remarquable. Les corps vertébraux sont bas, allongés transversalement et

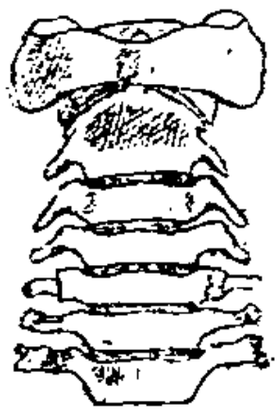


FIG. 1 (1).

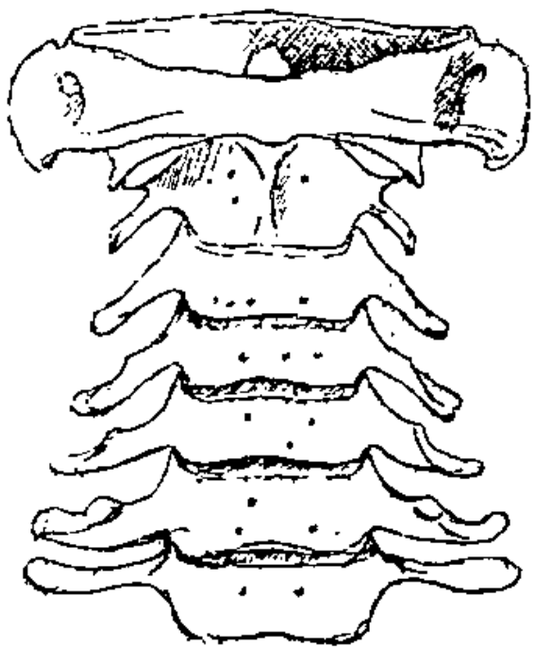


FIG. 2.

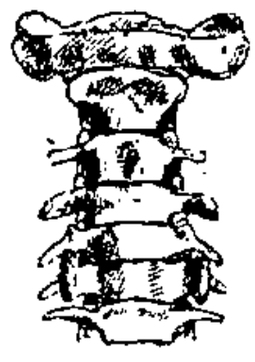


FIG. 3.

peu épais. Cette disposition est surtout frappante chez la Marmotte, le Castor et le Tatou. Chez ce dernier, le corps est quatre à cinq fois plus large

(1) Toutes les figures ont été réduites au tiers de leurs dimensions primitives.

que haut; chez le Castor et la Marmotte, trois fois, chez le Campagnol et le Hérisson un peu moins de deux fois. *(fig. 1, 2, 3)*.

	Hauteur.	Largeur.	Épaisseur.
Tatou. . .	0cm,4 à 0cm,5	1cm,7 à 2cm	0cm,2
Castor. . .	0cm,5	1cm,4 à 1cm,8	0cm,6 à 0cm,7
Marmotte. .	0cm,3	0cm,9 à 1cm	0cm,4
Campagnol.	0cm,2	0cm,3	0cm,1
Hérisson. .	0cm,3	0cm,6	0cm,3

L'apophyse épineuse manque presque complètement. *(fig. 4)*.

Nulle chez le Campagnol, elle n'existe chez le Tatou que sur C^4 où elle mesure à peine 2 millimètres et chez la Marmotte que sur C^7 où elle a 3 millimètres. Chez le Castor, elle atteint son maximum sur C^4 (0,7), tandis que sur les autres vertèbres elle forme un petit tubercule de 3 à 4 millimètres. Les apophyses transverses ont un développement moyen.

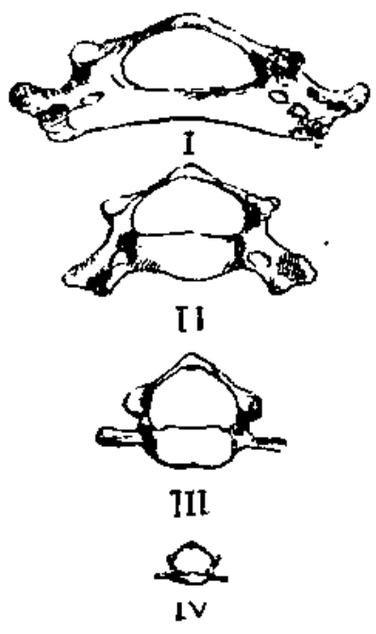


FIG. 4.

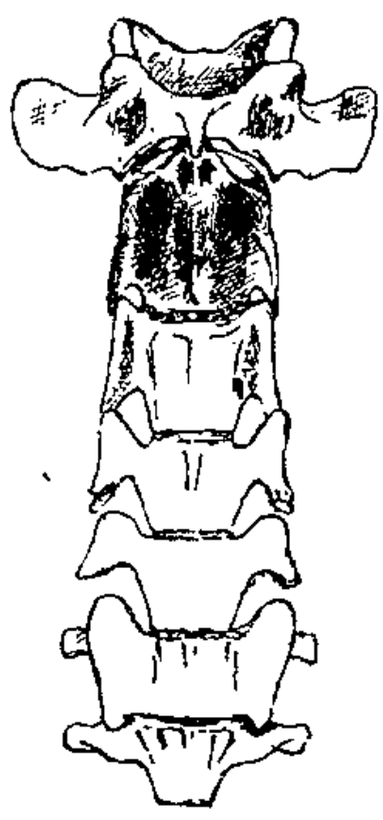


FIG. 5.

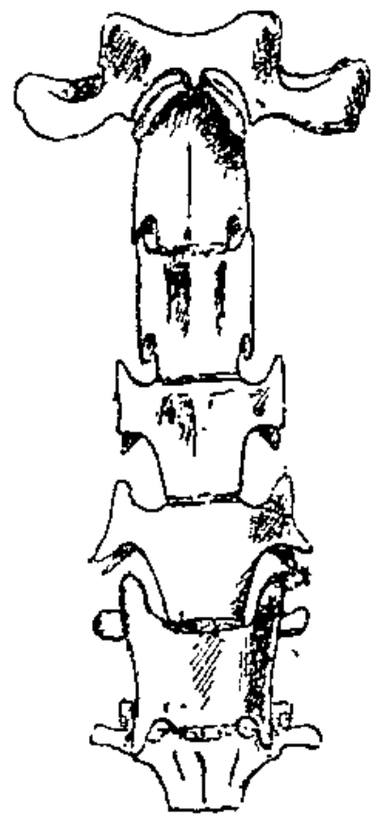


FIG. 6.

Le trou rachidien est généralement égal dans son diamètre sagittal au diamètre antéro-postérieur du corps. Les dimensions transversales varient avec celles du corps.

Le caractère fouisseur, l'élargissement transversal du corps vertébral et des apophyses transverses, se retrouve assez nettement dans la comparaison du Lièvre et du Lapin, dont les vertèbres présentent les mêmes caractères familiaux. Les unes et les autres *(fig. 5 et 6)*, ont un corps plat déprimé sur la face ventrale de chaque côté d'une crête médiane peu saillante. Les apophyses transverses se détachent en forme d'ailes de chaque côté du corps. Les pédicules et les lames entourent le trou rachidien en formant un quadrilatère d'où naît une épine rudimentaire. Mais, chez le Lapin, pour un trou rachidien à peu près égal à celui du Lièvre, le corps est notablement moins allongé, les apophyses sont mieux développées et

la vertèbre tout entière est plus forte que chez le Lièvre. Chez le premier, la largeur du corps vertébral représente les 8 à 9 dixièmes de la hauteur ; chez le second, les 6 à 7 dixièmes seulement.

	Hauteur.	Largeur.		Hauteur.	Largeur.
C³ Lapin.	0,8	0,7	Lièvre.	1,1	0,7
C⁴ —	0,8	0,7	—	0,9	0,6
C⁵ —	0,8	0,7	—	0,8	0,6

Tandis que chez le Lapin la distance comprise entre le sommet des apophyses transverses varie de 1cm,5 à 2 centimètres, chez le Lièvre elle n'est que de 1 centimètre à 1cm,6.

II. — *Type coureur.* — Girafe (Girafidés), *Cervus Aristotelis*, *Axis maculatus* (Cervidés), Antilope, Chèvre (Bovidés), Lièvre (Rongeurs).

Le caractère le plus frappant des vertèbres du cou chez les coureurs est leur tendance à l'allongement du corps avec réduction de ses dimensions transversales et du trou rachidien.

Chez la Girafe, tous ces caractères atteignent un haut degré. La largeur des corps vertébraux n'est que les 2 dixièmes de leur longueur. Des vertèbres de 22 centimètres de long ont 4cm,5 de large et 4 ou 5 centimètres d'épaisseur, tandis que le trou rachidien a des diamètres presque uniformes de 2 centimètres à 2cm,5. Les apophyses transverses ont presque disparu. Elles forment sur les faces latérales du corps près de l'extrémité orale une crête percée d'un trou à sa base et se perdant dans l'apophyse articulaire supérieure.

Chez les autres coureurs, la disproportion des diamètres du corps vertébral est moindre; cependant chez Axis la largeur n'est que les 3 dixièmes de la longueur; chez l'Antilope, le Cerf, la moitié; chez le Lièvre et la Chèvre, les 6 à 7 dixièmes.

Chez le Lièvre, le trou rachidien est un peu plus grand que le corps, sans doute parce que ce dernier, en rapport avec la légèreté de l'animal, est peu épais. Chez les autres coureurs *(fig. 7)*, les dimensions du trou rachidien sont toujours moindres que celles du corps. Mais, comme je l'ai déjà fait observer, c'est avec la tige médullaire elle-même qu'il serait nécessaire de comparer le canal rachidien pour pouvoir apprécier sa réduction relative.

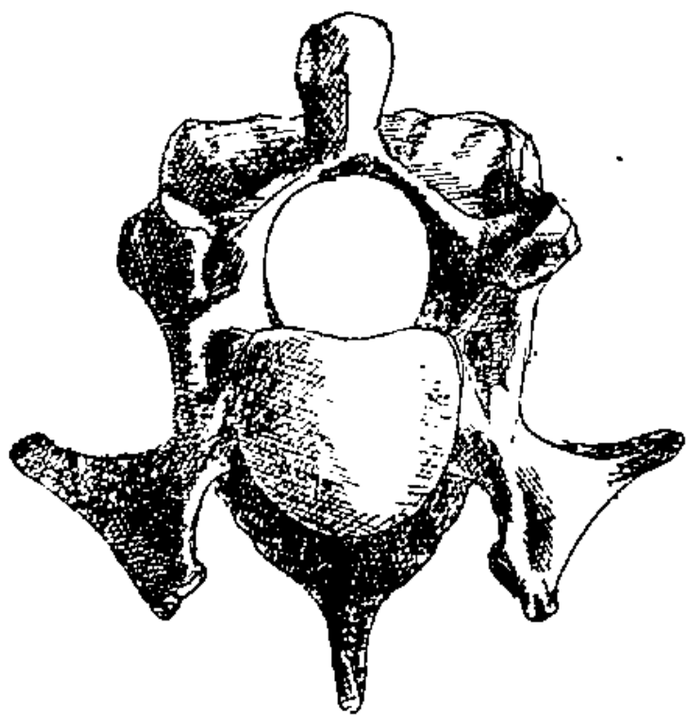


FIG. 7.

Les caractères propres du coureur ont déjà été mis en évidence par la

comparaison de deux types d'un même groupe physiologiquement différents, le Lièvre et le Lapin. Ils ressortent également si on rapproche des Ongulés de fonctions dissemblables tels que *Cervus Aristotelis*, Ongulé artiodactyle disposé pour la course et le Sanglier autre artiodactyle, ou le Tapir, ongulé périssodactyle, qui sont en même temps fouisseurs *(fig. 8, 9)*.

Tandis que Cervus répond très exactement à la description qui vient

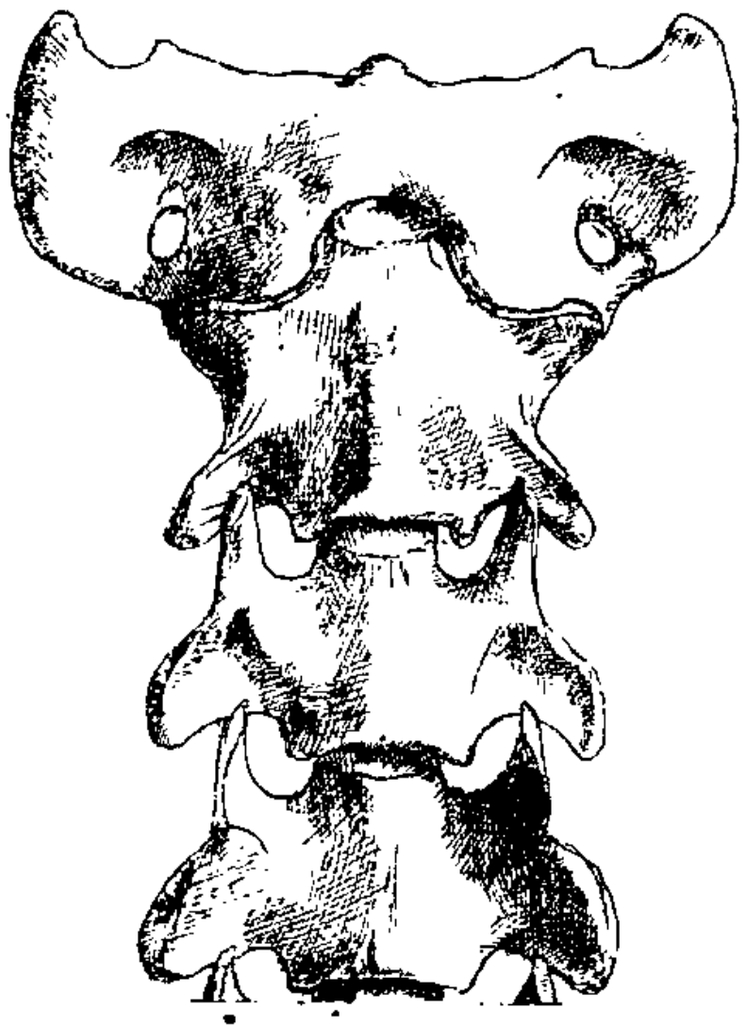


FIG. 8.

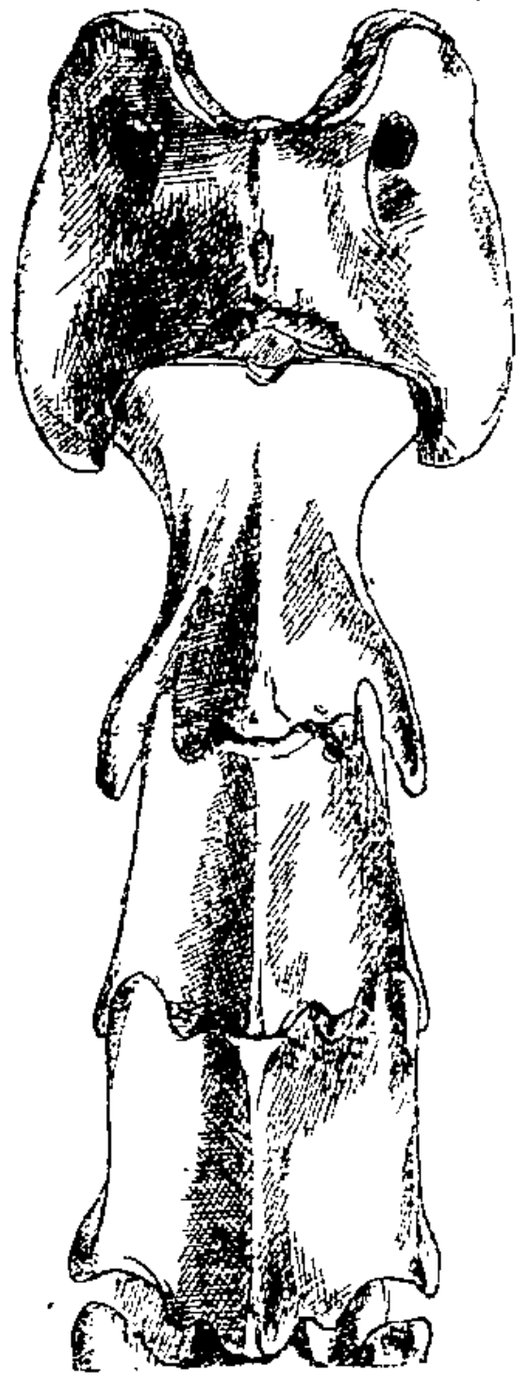


FIG. 9.

d'être donnée, chez le Tapir le corps s'élargit, son diamètre transverse forme les 8 dixièmes de sa hauteur. Chez le Sanglier, le corps vertébral est plus large que haut. Les apophyses transverses et épineuses sont fortes et saillantes; l'os tout entier est plus massif, plus lourd et envoie des prolongements plus solides. Il suffit de mettre côte à côte les vertèbres de ces animaux pour les reconnaître sans peine.

III. — *Type grimpeur*. — Écureuil (Rongeur), Bradype (Édenté), Cercopithèque, Semnopithèque, Chimpanzé, Cynocéphale (Simidés).

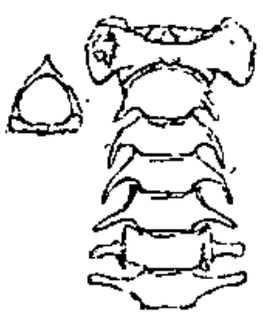


FIG. 10.

Chez le grimpeur, le corps vertébral tend à se rapprocher de la forme cubique un peu aplatie dans le sens vertical. La largeur l'emporte toujours sur la hauteur *(fig. 10)*.

Le trou vertébral est grand. Il est le double du corps de l'os chez l'Écureuil, le Semnopithèque, le Cercopithèque; il a un tiers en plus chez le Chimpanzé, le Bradype et le Cynocéphale *(fig. 11)*.

Sauf l'Écureuil qui n'a pas d'apophyses épineuses, les processus latéraux

et postérieurs sont généralement assez longs, mais plutôt grêles. Les apophyses transverses n'ont qu'une longueur égale à la moitié du diamètre transverse du corps : elles la dépassent un peu chez l'Écureuil et le Chimpanzé. Ce n'est pas chez les Singes vraiment grimpeurs que l'on trouve des apophyses épineuses énormes comme celles du Gorille chez lequel elles atteignent 5 centimètres de long, tandis que le corps vertébral n'a que 1 centimètre et demi d'épaisseur.

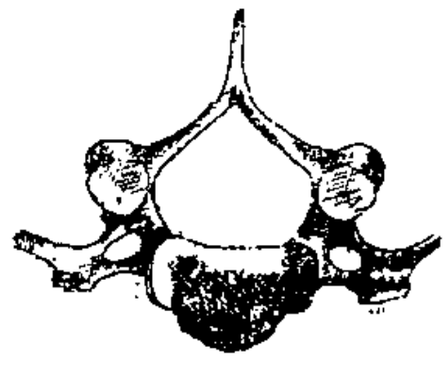


FIG. 11.

Plusieurs carnassiers sont des grimpeurs, le Chat, la Panthère, le Coati. En les comparant avec d'autres animaux du même groupe, on met en évidence des traits semblables à ceux qui viennent d'être décrits. Chez le Lion, le corps vertébral est presque aussi haut que large et mesure 3 centimètres dans ces deux diamètres, et $1^{cm},7$ d'épaisseur. Le trou rachidien est notablement plus petit que le corps : il n'a que $2^{cm},3$ de large et $1^{cm},2$ sagittalement. Les apophyses transverses sont très puissantes et égalent chacune la largeur du corps.

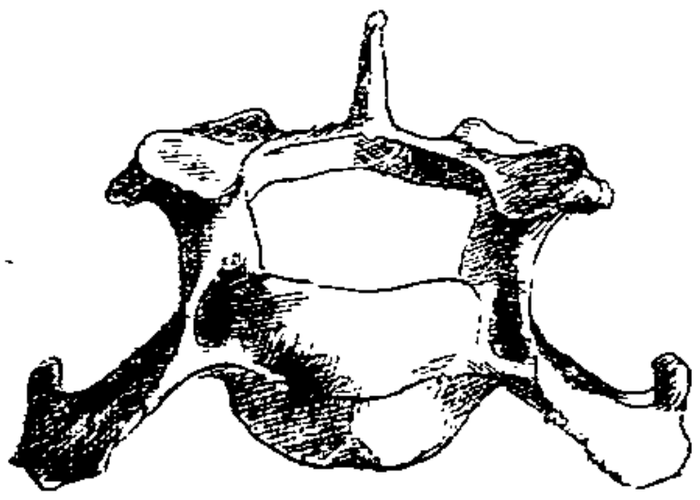


FIG. 12.

Chez le Coati, le trou est presque égal au corps : il est plus grand chez la Panthère et le Chat. Chez ces deux Félidés, la largeur du corps n'est que les 8 dixièmes de la hauteur *(fig. 12)*.

La prédominance du trou rachidien se retrouve également chez *Bradypus didactylus* et *Bradypus tridactylus*, malgré les différences vraiment surprenantes que présentent deux espèces si voisines.

Bradypus didactylus n'a que 6 vertèbres cervicales, et l'autre en a 9. Chez le premier, le corps est moins haut que large; les apophyses transverses assez grandes et fortes, creusées d'une gouttière sur leur face supérieure, doublent la largeur du corps. Les apophyses articulaires ont le type lombaire. Les supérieures forment des surfaces verticales et un peu concaves qui regardent en dedans, les inférieures un peu convexes se dirigent presque en dehors; les épines sont longues. Chez le second, le corps est long et plat, les apophyses transverses sont courtes et sans gouttière, les épines sont réduites, les apophyses articulaires sont planes. Le trou rachidien qui est triangulaire chez le premier, arrondi chez le second, excède chez tous les deux les dimensions du corps vertébral.

En résumé, d'après les types qui ont été examinés, le *fouisseur* a des vertèbres basses, larges, peu épaisses, sans apophyses épineuses et munies d'un trou à peu près égal au corps ;

Le *coureur* a des vertèbres allongées, légères, avec des apophyses assez réduites et un trou plutôt petit;

Le *grimpeur* a un corps plutôt un peu large, un trou de grandes dimen-

sions et des apophyses moyennement développées. C'est près de ce type que vient se placer l'homme avec son corps vertébral deux fois plus large que haut, son trou rachidien plus grand que le corps et ses apophyses bien développées sans dimensions excessives.

M. le Capitaine XAMBEU

A Ria (Pyrénées-Orientales).

MŒURS ET MÉTAMORPHOSES DES INSECTES [591.34 : 595.7]

— Séance du 10 septembre —

AVANT-PROPOS

Ainsi que nous l'avions fait prévoir lorsque nous avons écrit la monographie des larves de *Longicornes*, une troisième famille de larves de Coléoptères, à segment anal supplémentaire, reste à décrire, celle des *Lamellicornes* à laquelle se rattache celle des *Pectinicornes* dont la conformation est la même.

Baucoup d'auteurs se sont occupés de ces larves au point de vue des mœurs et de l'instinct, aucun n'a sondé plus profondément le terrain que M. J.-H. Fabre dans ses *Souvenirs entomologiques*, 5e série, 1897, et 6e série, 1900 ; la partie descriptive a aussi été l'objet de beaucoup de travaux auxquels il a fallu l'arrivée de E. Perris, *Larves*, 1877, pour établir des bases au point de vue de la classification, lesquelles, quoique incomplètes, en raison du peu de connaissances encore alors acquises, n'en sont pas moins utiles à consulter : nous-même avons enregistré nombre de traits de mœurs sur une certaine quantité d'espèces, toujours avec la description des états primaires.

Nous avons cru faire œuvre utile en coordonnant tous ces travaux et en leur donnant un corps, une liaison qui leur manque.

Notre monographie comprendra deux parties :

La première tracera les caractères généraux des larves, des nymphes, ainsi que toutes les particularités afférentes aux mœurs et aux métamorphoses :

La deuxième, la description des espèces.

Nous commencerons notre travail par la toute petite et très intéressante famille des Pectinicornes.

Pectinicornes.

PREMIÈRE PARTIE

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Larves.

Toutes les larves de cette famille sont connues, elles ont une conformation à peu près uniforme, et se reconnaissent aux caractères généraux suivants :

Corps composé de douze segments, tête non comprise, trois thoraciques, neuf abdominaux, plus un mamelon anal ; plus ou moins arqué, quelquefois bombé, plus ou moins blanchâtre ou jaunâtre, lisse et luisant, couvert de courts poils et de plus courtes spinules, convexe à la région dorsale, la ventrale déprimée, arrondi aux deux extrémités, la postérieure bivalve.

Tête plus ou moins développée, légèrement enchâssée dans le premier segment thoracique, arrondie, cornée, d'un jaunâtre plus ou moins accentué, lisse et luisante, finement ridée, avec poils épars, en particulier sur les côtés, ligne médiane obsolète, pâle, bifurquée au vertex en deux traits onduleux ou coudés aboutissant à la base antennaire, points ou fossettes plus ou moins profonds, du fond desquels émerge un cil ; lisière frontale droite, à milieu quelquefois déprimé et d'un noirâtre plus prononcé à la base des mandibules ; épistome large, transversal ou trapézoïdal, rougeâtre, ponctué ou ridé, à bord antérieur plus ou moins blanchâtre suivant l'âge des larves ; labre mobile, rugueux, en ellipse tronquée, ponctué, cilié, frangé de longs poils raides ; mandibules fortes, triangulaires, à tranche externe rugueuse et incisée en long, rougeâtres et ciliées à leur première moitié, noirâtres à leur extrémité dont la pointe est plus ou moins obtusément bitridentée, c'est-à-dire bidentée à la droite, tridentée à la gauche, toujours avec molaire au côté inférieur de la tranche interne, laquelle est excavée et quelquefois garnie de une ou de deux petites dents supplémentaires ; mâchoires larges, libres, geniculées, couvertes de touffes de poils raides, lobe détaché, divisé en deux branches plus ou moins unies et ciliées, l'intérieure plus courte et frangée de cils et de spinules raides, chacune armée à sa pointe d'une forte épine noirâtre, un trait à la base ; palpes maxillaires coniques, bien développés, débordant les lobes qu'ils recouvrent, de quatre articles plus ou moins jaunâtres, annelés de testacé, garnis de cils le long de la tige ; menton très développé, transverse, convexe, à base ciliée ; lèvre inférieure pâteuse, bilobée, les lobes peu

accentués, chargée de forts cils, flanquée de deux palpes labiaux droits, rougeâtres, biarticulés, et d'un rudiment de languette ciliée ; antennes bien développées à tige ciliée, élancée, latérales, coudées, de quatre ou de cinq articles (cette diversité dans le nombre des articles des antennes dans une famille composée d'un si petit nombre d'espèces est singulier, mais il se retrouve dans la grande famille des Lamellicornes, au moins dans les espèces des genres Trox) ; quelquefois portées sur un pédoncule fixe, alors elles ne se composent que de quatre articles dont le premier court, à bout renflé, le deuxième plus allongé, le troisième un peu moins long à sommet prolongé ou non en pointe sous le quatrième qui est réduit, dont le milieu est renflé et l'extrémité uni ou triciliée ; quand les antennes ont cinq articles les deux premiers sont courts et les autres semblables à ceux de quatre ; ocelles sans traces ni vestiges, quelquefois une tache brune ocelliforme, elliptique en arrière de la base antennaire, ainsi chez *Platycerus caraboïdes*.

Segments thoraciques charnus, courts, larges, convexes, transverses, blanchâtres ou jaunâtres, quelquefois avec taches sous-cutanées obscures, lisses et luisants, garnis de cils épars disposés en rangées transverses, à flancs renflés, s'élargissant mais peu d'avant en arrière, le premier un peu plus large que la tête, de couleur plus accentuée, quelquefois avec une ou deux taches latérales jaunâtres, la première toujours plus développée, non apparente chez les jeunes sujets ; à milieu incisé, l'extrémité de l'incision bifurquée, par suite formé de deux étroits bourrelets avec ligne médiane sombre commune aux segments suivants : deuxième et troisième segments coupés par deux incisions qui relèvent l'arceau en trois bourrelets, un premier médian, un deuxième entier, le troisième accentué sur les flancs.

Segments abdominaux très développés, fortement convexes, plus ou moins blanchâtres, éparsement cillés, à flancs dilatés, les trois premiers renflés accusant quelquefois par leur volume une faible gibbosité, couverts d'une masse de courtes spinules dirigées en arrière suivies d'une rangée transverse de courts cils à leur bord postérieur qui est membraneux et à dessous incisé, les trois suivants plus accentués avec spinules et cils comme aux précédents, les trois derniers toujours lisses et luisants, de couleur translucide dans le jeune âge, plus foncés plus tard et de la nuance des matières absorbées, bien plus développés encore, manquent de spinules mais sont très éparsement ciliés sur leur surface, le terminal est incisé en son milieu pour former en dessus une sorte de sac et en dessous une poche, sac grand arrondi, souvent déprimé, avec incision circulaire plus ou moins régulière coupée dans son axe par l'anus dont la fente est longitudinale ; dans chacune des moitiés du circuit est enclose une valve caractéristique, ovale ou lenticulaire, susceptible de se dilater lorsqu'elle se trouve en contact avec un corps.

Dessous des segments thoraciques renflé et cilié, le premier incisé; des segments abdominaux déprimé et incisé, lisse et luisant, éparsement cilié, de nuance moins accentuée qu'en dessus mais avec les bords plus clairs, poche plus ou moin échancrée garnie de courtes spinules à fond roussâtre, mêlées à des poils épars, convergeant des deux côtés vers le centre qui est incisé ou non : un bourrelet très accentué et cilié formé par une double rangée de mamelons longe les flancs, délimitant la zone d'action des deux régions dorsale et ventrale.

Pattes bien développées, dirigées vers les côtés, jaunâtres ou rougeâtres, garnies de courtes spinules et de longs cils; hanches courtes, fortes, appuyés sur une tache cornée; trochanters longs, avancés en dessous en forme de pointe, cuisses courtes renflées; jambes fortes, subcomprimées, prolongées par un tarse, sorte de court onglet, acéré le plus souvent à la première paire, obtus aux deux autres : de la base des hanches et de la deuxième paire part extérieurement une arête noire, arquée ou non, à base finement pointillée, à bord strié, et à l'intérieur des trochanters de la troisième paire qui se terminent en pointe allongée est une pareille arête plus ou moins droite qu'il faut regarder avec beaucoup d'attention pour bien voir.

Stigmates petits, plus ou moins flaves, à large péritrème déprimé, strié ou lisse, semi-lunaire ou en forme de C renversé, à branches demi-ouvertes, la première paire, un petit peu plus inférieure, sur le bourrelet de séparation des deux premiers segments thoraciques, les suivantes au-dessus de ce bourrelet, au milieu environ des huit premiers arceaux abdominaux : les stigmates décroissent de volume de la première paire qui est grande à la dernière qui est réduite, et l'échancrure de leur péritrème y compris celle de la première paire regarde la tête, quand dans les larves de Lamellicornes elle est tournée vers l'extrémité postérieure.

Tous les auteurs qui ont écrit sur les larves qui nous occupent se contentent de les comparer à celles des *Lamellicornes*, en signalant quelques traits différentiels seulement; que comme conformation générale, que comme faciès, il y ait certains rapports entre elles, celà n'est pas contestable, mais une foule de détails qu'il serait trop long d'énumérer et qui se trouvent exposés dans les caractères généraux précités, éloignent suffisament les larves de ces deux familles pour que nous ayons cru devoir faire de leur ensemble des traits descriptifs particuliers à chacune d'elles : par la tête, elles ont de grandes affinités; par le tronc, si les lignes principales les rapprochent, tous les détails particuliers les éloignent, ainsi que leur genre de vie.

MOEURS, HABITUDES, TRANSFORMATION

L'œuf des *Pectinicornes* a la forme ovoïde, il est blanchâtre ou blanc jaunâtre, longitudinalement sillonné, finement pointillé, ridé ou réticulé, à pôles arrondis, à micropyle apparent pour les grosses espèces, à coquille assez résistante : dans le nombre il s'en trouve dont le milieu est étranglé ; est-ce un signe du sexe ou une déformation accidentelle ? La vérité à cet égard ne se fera pas de bien longtemps, si elle se fait un jour, elle est trop difficile à établir en raison du voile qui recouvre l'observation : nous pensons que cette particularité tient au sexe.

L'œuf pondu est toujours gros eu égard à la taille de la mère, aussi la ponte ne se compose-t-elle que d'une quantité restreinte de germes, huit à dix pour certaines espèces, quinze à vingt au plus pour les autres ; le temps qui est nécessaire à leur éclosion est de quinze à vingt-cinq jours et peut être prolongé un peu plus ; cette durée de l'incubation est essentiellement liée à la saison, à l'état de la température, à l'altitude.

Quand est arrivée l'époque de son apparition, l'adulte s'affranchit de ses entraves, un monde nouveau s'offre à lui, la liberté au prix de longs mois d'esclavage, il sort de son réduit et gagne à pas lents les abords des lieux qui furent le théâtre de ses premiers états; toutes ou presque toutes les espèces attendent les heures crépusculaires pour se lancer dans l'espace, les unes faisant usage de leurs ailes, les autres cheminant sur le sol; dans ce premier mouvement, leur principale et unique préoccupation sera de chercher à se mettre en rapport avec l'un de leurs semblables avec lequel ils puissent assurer par un rapprochement la souche d'une nouvelle génération; un peu plus tôt, un peu plus tard, les deux sexes se rencontrent, alors mâle et femelle animés d'un désir commun s'accouplent, par superposition, le mâle dessus; la copulation est assez lente à se produire, elle dure généralement la nuit entière; dès lors la femelle se trouve fécondée et de ce fait le rôle du mâle est achevé, il n'a plus qu'à se laisser mourir, à moins qu'il ne tombe entre les griffes d'un saurien ou que le bec d'un oiseau ne termine plus tôt sa fin ; reste devenu inutile, il quitte la vie après une bien courte existence; en effet, cette existence aérienne a été de bien faible durée comparée à la longueur de sa réclusion larvaire et nymphale.

La femelle gagne le tronc en décomposition de l'arbre échu à son espèce, et là, au ras du sol, elle s'enfonce jusqu'à ce qu'elle arrive au vieux bois mort mais non encore en état de désagrégation, elle y dépose sa ponte en l'éparpillant, puis à son tour elle meurt, après avoir ainsi assuré le sort de l'immuable espèce.

Lors de l'émission de l'œuf, l'appareil génital fait saillie au dehors, l'œuf

passe à travers l'ovaire, maintenu par deux lames cornées, déprimées, spatuliformes, à bords garnis de forts cils roux, il est conduit à la place qu'il doit occuper; là, à l'abri de tout accident, dans un milieu nutritif bien approprié à l'existence de la larve, il éclot, donnant le jour à la délicate créature dont la seule préoccupation consistera désormais à ronger les tissus ligneux que la mère prévoyante a si bien mis à la portée de ses appétits.

Toutes les larves de Pectinicornes sont lignivores, elles vivent dans les troncs en voie de désagrégation des arbres de diverses essences, conifères et résineux compris : ces restes végétaux, sans emploi, que la hache a respectés, elles achèvent de les dissocier en les rongeant au profit de la végétation environnante : elles ne sont pas bien difficiles sur le choix du régime, presque toutes attaquant des arbres d'essences différentes : la larve augmente ou diminue son alimentation suivant les nécessités du moment, suivant aussi les exigences dues à des perturbations atmosphériques.

C'est dans le végétal seul imposé par la mère, suivant le rôle assigné par la nature à chaque espèce, que sa progéniture pourra vivre et non dans un autre; la larve n'a donc pas à faire choix de ses aliments, elle se trouve placée dans son juste milieu nourricier, n'a pas à rechercher ses vivres, elle n'a qu'à ronger sa place, vivre d'elle, y grandir, s'y accroître jusqu'au moment où elle arrivera à son entier développement.

Les galeries qu'elles tracent pour leur entretien nourricier, dans lesquelles elles se meuvent, sont profondes, irrégulières, la larve ne s'astreint pas à ronger son chemin droit devant elle comme le font les *Buprestides* et les *Longicornes*, elle pousse en regard d'elle tant que lui convient le tissu à absorber, dès que la qualité faiblit elle fait retour en arrière et chemine en prenant une autre direction; derrière elle sont déposés en forme de granules plus ou moins gros ou tassés en fines déjections, les produits de la digestion.

Dans sa galerie, la larve se tient le corps couché sur un des côtés ou bien renversée sur son dos et c'est dans l'une de ces positions qu'elle entame les vivres mis à sa portée.

Les déjections qu'expulsent ces larves sont tassées et serrées dans leurs galeries, celles des *Lucanes* affectent la forme d'un gros grain à milieu échancré et façonné comme chez certaines chenilles de Sphingides suivant la forme du cloaque; lorsque placée sur son dos, cette larve veut se débarrasser du produit de la digestion, elle relève son extrémité postérieure en avant, arque complètement son corps de façon que la poche arrive à hauteur de sa bouche, alors seulement le cloaque s'ouvre, l'excrément évacué grain par grain, la larve le prend du bout de ses mandibules, penche la tête en arrière et le laisse tomber derrière elle; c'est là que s'accumulent ses propres déjections.

Tant que la matière alimentaire abonde et rien n'empêche qu'il en

soit ainsi, étant admises les précautions prises par la mère pour donner à sa progéniture les moyens en rapport avec les besoins, tant que cette matière ne fait pas défaut, la larve n'emploie ses organes tactiles, palpes et antennes, que pour monter, descendre ou se reposer dans sa galerie intérieure, valves et spinules aidant le corps dans son mouvement de progression.

Dans sa galerie, lorsque la larve veut gagner du terrain en avant, elle appuie les valves de son segment anal contre la paroi voisine, arque son corps de manière à mettre ses spinules dorsales en contact avec la paroi opposée, dilate ses segments l'un après l'autre en commençant par le dernier qui continue à rester appuyé et porte ainsi son corps en avant par des mouvements successifs de contraction et de dilation; quand elle stationne couchée sur les flancs, les valves anales sont appuyées contre la paroi contiguë, si elle est au contraire sur son dos, à l'état de supination, ces valves se relèvent avec les segments; dans ces mouvements, les spinules dorsales ainsi que celles de la poche font l'office de leviers en aidant la larve à progresser, les pattes prêtent aussi leur concours, mais peu, en s'appuyant contre les parois, au moyen seulement des cuisses et des jambes posées à plat.

Quand la larve veut se porter en arrière, elle ne procède pas par des mouvements de recul, les larges galeries qu'elle occupe lui permettent de rouler sur elle-même soit sur les côtés, soit en se renversant; pour l'emploi de ce dernier moyen, elle se place sur son dos, relève en l'air sa tête ainsi que ses segments thoraciques, avance ainsi le tronc insensiblement en s'aidant de ses spinules dorsales, arque son corps de plus en plus et lorsque l'équilibre est près de se rompre, pour éviter de faire la culbute, elle se laisse choir en se couchant sur les flancs, par ce mouvement sa tête se trouve ainsi portée en arrière : si elle est sur les flancs, pour exécuter le même changement elle roule sur elle-même en tournant son corps.

Les changements de direction sont nécessaires à ces larves qui prolongent leurs galeries dans des directions différentes en vue de gagner une nourriture plus tendre ou plus substantielle, les troncs corrodés par elles affectent des formes irrégulières et sont plus ou moins excavés : la larve avance ou change de direction ou s'enfonce plus à un point qu'à un autre suivant les ressources nutritives mises à sa portée ou bien encore suivant les circonstances atmosphériques.

Dans le cours de son existence la larve subit des mues particlles ou totales; après chacune de ces mues la couleur du corps est plus claire, les poils, spinules ou taches plus apparentes, dans leurs déjections on trouve quelquefois des vestiges de leur ancienne peau ; si à la suite d'un accident quelconque leur corps vient à être meurtri ou blessé, il n'en résulte d'autre dommage qu'une cicatrice n'empêchant nullement la larve de vivre et de progresser.

Selon Schiödte, il y a stridulation chez les larves des *Pectinicornes*, elle s'exécute en râclant des granulations diversement disposées sur les hanches de la deuxième paire de pattes, par des granulations diversement situées sur les trochanters de la troisième paire; ces granulations seront décrites à la deuxième partie de notre travail, celles des hanches se trouvent sur leur face postérieure, celles des trochanters sont rangées sur une crête qui longe la pièce en dedans, de telle sorte que lorsque la larve veut se servir de cet appareil stridulatoire elle fléchit le trochanter et lui imprime un mouvement de va et vient sur la cuisse voisine.

La durée de l'existence des larves des Pectinicornes n'est pas aussi longue que l'on est disposé à le croire, deux années au plus suffisent et cette donnée est basée sur ce que la ponte de la plupart des espèces ayant lieu assez tardivement, en août et en septembre, la jeune larve n'est arrivée qu'à un développement de croissance peu avancé quand en octobre et en novembre suivants arrivent les froids, elle est alors obligée de cesser son alimentation pendant les cinq ou six mois que dure la saison froide, elle ne sort donc de son repos hivernal qu'en mars ou avril; jeune encore et peu développée elle n'aurait pas le temps voulu pour parfaire sa croissance et se transformer avant la belle saison, aussi est-elle obligée de prolonger son existence larvaire jusqu'en août et en septembre, époque à laquelle a lieu alors la transformation en nymphe, laquelle dure peu de temps, de quinze jours à trois semaines, et l'oblige ainsi à hiverner une deuxième fois, mais alors à l'état parfait; l'adulte brisera les parois de son réduit vers la fin de la deuxième année seulement pour apparaître au dehors, et ce cas particulier à nos larves de *Pectinicornes* peut être appliqué et généralisé à presque toutes les espèces lignivores de l'ordre des Coléoptères dont l'apparition à l'état parfait a lieu tardivement, c'est-à-dire de fin juillet à mi-septembre.

Les *Pectinicornes* ne nous sont pas utiles certainement, mais on peut bien avouer qu'ils ne nous sont pas nuisibles. A l'état de larve ils vivent de bois mort en voie de décomposition, de vieilles racines; à l'état adulte ils se contentent de ronger quelques feuilles, quelques bourgeons, ou de lécher les extravasions de la sève des arbres : en favorisant l'introduction des eaux de pluie ou de neige dans ces vieux restes ligneux, ils en hâtent ainsi la décomposition; au reste, les fouines, les renards, les taupes, les musaraignes les recherchent pour s'en nourrir, en réduisent ainsi le nombre; les intempéries brusques, les froids, humidités et sécheresse persistantes, sont autant de facteurs retournés contre elles.

Quand le développement de la larve est assez avancé, ses réserves étant au complet, un besoin instinctif l'incite à se préoccuper du sort qui lui est réservé comme nymphe; dans le bois où elle a vécu, la loge qui doit l'abriter est aménagée le plus souvent au fond de la galerie qu'elle occupe, les parois en sont rendues lisses; ou bien elle est façonnée au milieu

des matières qui l'ont nourrie, matières qu'elle dispose de manière à en faire une sorte de coque dont les éléments adhèrent entre eux au moyen d'une matière agglutinative dégorgée par la larve. Aussitôt ces préliminaires accomplis, elle prend position, s'installe dans son réduit et aussitôt commence la transition du passage de l'état larvaire à l'état nymphal, transition d'une certaine durée pendant laquelle s'accomplira un travail d'élaboration intérieur, état intermédiaire dont il est possible d'observer les périodes successives.

Comme premier effet, le corps quitte sa forme arquée pour devenir droit, il change de couleur, tourne au blanchâtre, tout mouvement cesse alors, la tête s'incline; pièces buccales, mamelons, bourrelets, valves commencent à se résorber, entre temps les segments thoraciques se tuméfient, les lignes d'intersection des anneaux s'effacent, les pattes rentrent dans la masse charnue, quatre à cinq jours sont consacrés à ces préludes; aussitôt après, se produisent les premiers mouvements de contraction et de dilatation qui font rentrer certaines parties et sortir d'autres, sans que pour cela le travail de résorption cesse; quand tous les organes qui doivent disparaître se sont résorbés, les dilatations sont plus énergiques, les *contractions* plus puissantes; sous l'empire de ces efforts, la peau de la tête se fend, crève la première, l'enveloppe des segments thoraciques, s'ouvre à son tour à sa principale ligne division, le trait médian, le corps de la nymphe commence à apparaître, les dilatations font le reste aidées des contractions qui refoulent insensiblement la peau larvaire vers l'extrémité inférieure jusqu'à ce que le tronc soit entièrement dégagé, refoulant au fond de la loge la peau ratatinée de la larve, ayant pour utilité de servir de coussinet au protée qui vient de naître d'elle.

Nymphes.

Dans sa loge, la larve apparaît sous une forme nouvelle ; dans ce réduit, sorte de nécropole, s'anéantit son existence inachevée, une transfiguration aussi radicale au fond qu'à la forme vient de se produire en elle, vient de la changer en un être issu comme par magie, ne ressemblant en rien à la forme primitive, capable de tromper l'œil le plus exercé.

Les caractères généraux des nymphes des *Pectinicornes* sont les suivants :

Corps allongé, peu arqué, charnu, couvert de courts cils roux épars, finement pointillé, ridé, lisse et luisant, convexe en dessus, un peu moins en dessous, à région antérieure large, arrondie, la postérieure atténuée et bi ou trifide.

Tête affaissée, bien développée, arrondie ou ovalaire, sillonnée, pointillée, ridée, couverte de courts cils épars ; premier segment thoracique grand, rec-

tangulaire ou clypéiforme, à bords relevés en léger bourrelet cilié, deuxième moins grand avancé en pointe sur le troisième qui est plus développé et dont le disque est ridé et cilié ; segments abdominaux courts, transverses, atténués vers l'extrémité, les sept premiers relevés en légère arête garnie de poils épars, leurs flancs épanouis, le huitième déborde le suivant et est bimamelonné, le neuvième prolongé de chaque côté par une forte épine ou par une expansion dentelée et quelquefois aussi par un appendice caudal.

Dessous déprimé, segment anal bimamelonné ; antennes noueuses reposant par leur bout près des genoux de la première paire de pattes, genoux saillants, tarses quelquefois atrophiés. Chez les nymphes, les stigmates au nombre de huit paires apparentes, une thoracique, sept latéro-abdominales, sont plus ou moins elliptiques et à péritrème strié ; ils décroissent de volume vers les anneaux inférieurs, leur ouverture est béante aux premiers segments abdominaux.

En outre des caractères qui précèdent, certaines nymphes sont chargés suivant le sexe de cornes ou de tubercules sur la tête ainsi que sur le premier segment thoracique.

NYMPHOSE, TRANSFORMATION.

La couleur du corps de la nymphe est blanchâtre ou jaunâtre, on peut dire qu'elle se rapproche de la nuance qu'avait la larve ; au moindre contact, au plus léger des attouchements, ces nymphes peuvent imprimer à leurs segments abdominaux de légers mouvements défensifs ; dans leur loge, leur corps repose sur les crochets ou sur les épines de leur extrémité terminale.

Comparée à la durée de l'existence de la larve, celle de la nymphe est très courte, quinze jours pour les unes, un peu plus pour les autres, sans jamais toutefois dépasser vingt-cinq à trente ; il faut que l'évolution de son travail intérieur s'achève en peu de temps, ses téguments ne sont pas suffisamment consistants pour lui permettre de longtemps résister aux influences atmosphériques qui agissent très sensiblement sur elle, l'adulte, suffisamment cuirassé, peut braver, peut passer l'hiver, la nymphe non, il faut que sa transformation s'achève avant l'arrivée de la saison froide.

La nymphe, être encore incomplet, n'absorbe pas de nourriture, les réserves faites par la larve sont suffisantes pour l'opération qui doit s'accomplir en elle, seule une condition essentielle lui est nécessaire pour la transformation de ses modifications organiques ; un certain degré de fraîcheur pour les unes, un peu plus accentué pour les autres doit lui venir en aide et tenir constamment en suspens ses fonctions de transmutabilité, si ces conditions lui font défaut, un arrêt de développement se produit suivi d'un ralentissement complet des forces vitales.

Lorsque le travail intérieur a atteint son maximum de développement, il se produit une poussée qui a pour résultat de faire dégager le corps de ses langes ; l'adulte, dans un état parfait de fraîcheur, cherche à sortir de son inaction, les téguments encore mous prennent peu à peu la teinte particulière à l'espèce, en même temps qu'ils acquièrent de la consistance ; pattes, ailes, antennes et pièces buccales se disjoignent, la tête se redresse, les plis, stries, poils émèrgent de la masse charnue, puis l'insecte prend appui sur ses pattes ; par ce mouvement, ailes et élytres dégagés, jusqu'alors rudimentaires et déhiscents, se développent sans solution de continuité pour prendre leur place normale ; dès lors l'adulte est formé, il est arrivé à l'état parfait.

Adultes.

Les caractères généraux de l'adulte se trouvent exposés dans la deuxième édition des Pectinicornes de *Mulsant*, 1881, p. 1 et suivantes ; nous ne les reproduirons pas, nous nous contenterons de faire brièvement connaître les mœurs ainsi que les habitudes de l'insecte arrivé à l'apogée de son existence.

MŒURS, HABITUDES

L'adulte dégagé des liens qui l'enserraient a besoin de quelque temps encore pour permettre à ses téguments de durcir, de se colorer, opérations simultanées, lentes à se produire, pour lesquelles dix à douze jours sont nécessaires ; ce temps pourrait paraître long comparé à ce qui se passe chez la majorité des coléoptères, mais en réalité il ne l'est pas, étant donné que cette phase transitoire se produit dans une loge hermétiquement fermée, dans un milieu frais où l'évaporation est peu active ; quand ce résultat est atteint, l'insecte, sans bouger de place, prendra ses quartiers d'hiver, il attendra huit longs mois avant de ronger la place par laquelle il se fraiera un passage au dehors ; alors seulement il sera libre et débarrassé de toute entrave.

Quand approchera la saison qui verra sa délivrance, il sortira de sa torpeur, il se dégagera de son corps un courant de forces vitales destinées à lui donner la vie, il cheminera dans les couloirs qui doivent le conduire au grand jour ; arrivé aux dernières couches ligneuses, il cessera de ronger, il ne lui restera plus qu'un léger effort à faire pour se lancer dans l'espace, profitant d'une belle journée destinée à fêter le terme de sa réclusion.

Toutes nos espèces de *Pectinicornes* sont crépusculaires ; si quelques-unes apparaissent dans le courant de l'après-midi, en particulier les jours

chauds, à atmosphère chargée d'électricité, préludes d'orage, la plupart font leur apparition dès que le soleil s'incline dans sa course, elles sortent, mais avec circonspection, et se lancent dans l'espace ; vouées dès lors à une vie active, mais inféodées aux lieux qui les ont vues naître, elles s'éloignent peu, ne dédaignant pas, à l'occasion, de sucer la sève qui transsude des grands végétaux arborescents ; c'est leur unique nourriture, à peu d'exceptions près. C'est dans le silence de la nuit que les deux sexes se recherchent, s'accouplent, et c'est dans les vieux restes ligneux abandonnés par la hache que seront déposés les germes de nouvelles générations et cela jusqu'à ce que ces vieux restes soient complètement dissociés au profit de la végétation voisine, alors seulement les espèces se déplaceront, transportant à une autre aire le besoin de leur reproduction ; dès que l'aube, avec ses premières lueurs aux teintes roses, jette ses premiers reflets, elles rentrent dans le calme, les unes se dissimulant sous les écorces, les autres entre les interstices des bois, d'autres encore sous des pierres.

L'accouplement des *Pectinicornes* se fait, avons-nous dit, par superposition, il s'accomplit avec lenteur, le mâle montant péniblement sur sa femelle, dès qu'il est sur elle, il l'étreint, il l'enserre au moyen de ses longs tarses, et la force ainsi à recevoir son pénis ; la copulation dure une grande partie de la nuit et ne se renouvelle plus, rares sont les cas où des accouplements ont été constatés, ce qui tient à la difficulté d'observations durant les heures sombres du crépuscule et plus particulièrement de la nuit.

Une fois la disjonction des deux sexes accomplie, le mâle traîne une existence languissante, il est épuisé, il meurt ; la femelle se met aussitôt en quête d'un arbre, d'un tronc en voie de décomposition, dépose sa ponte et meurt à son tour après avoir assuré de cette manière le sort d'une nouvelle progéniture et donné au Créateur le produit qu'elle tenait de lui ; pour le dépôt de ses œufs la femelle fait choix, suivant l'espèce, d'une essence appropriée aux goûts de sa larve, enfonce ses germes dans la partie ligneuse voisine de celle qui se désagrège ; des espèces pondent leurs œufs non loin les uns des autres, pour celles-ci les larves vivent peu espacées, d'autres les éparpillent un peu plus, mais on peut dire sans s'éloigner de la vérité que le nombre d'œufs pondu par chaque femelle étant limité, restreint, le même tronc reçoit le produit entier d'une seule et même génération.

Du plus petit au plus grand de nos Pectinicornes la taille varie assez sensiblement, la forme aussi, les couleurs sont sombres, elles se trouvent ainsi en harmonie avec leur existence nocturne, une seule a des reflets métalliques et encore peu brillants ; ils habitent la plaine et plus particulièrement la montagne où certaines espèces ne sont pas rares.

Leur époque d'apparition est à peu près uniforme, elle correspond à la

saison chaude ; crépusculaires pour la plupart, elles sortent de leur retraite durant les belles nuits de l'été ; quelques-unes emploient leurs ailes comme moyen de locomotion, d'autres sont condamnées à errer sur le sol, à passer leur vie au pied des troncs des arbres de nos forêts ou de la lisière des bois ; durant leur courte existence, toutes les espèces n'ont qu'un but, assurer la souche d'une nouvelle lignée, et c'est ainsi qu'à peine une génération terminée, une nouvelle est en germe.

La durée de leur apparition est liée à la facilité de leur accouplement ; les nocturnes, moins actives, ont une existence plus longue, les sujets qui n'ont pu s'accoupler, pour une cause quelconque, hivernent pour procréer plus tard ; les diurnes ou crépusculaires, douées d'un système de locomotion plus puissant ont une durée moins prolongée ; pour les unes comme pour les autres la fin de l'accouplement marque le terme de leurs ressources vitales ; la femelle n'a, avons-nous dit, comme longanimité à cette survivance, que le temps de déposer sa ponte et de disparaître à son tour, à moins qu'elle ne soit au préalable victime d'un accident, ce qui lui arrive assez souvent.

Adultes, nos Pectinicornes sont sujets à devenir la proie d'une foule d'ennemis qui les recherchent pour s'en repaître, tels que renards, fouines, blaireaux, qui vont les dénicher jusque dans leur profonde retraite en réduisant en miettes les troncs qui les protègent ; cependant, en raison de la difficulté qu'il y a à les atteindre, on peut dire que peu succombent, et il était nécessaire qu'il en fût ainsi au point de vue de la conservation des espèces, étant donné le nombre relativement restreint d'œufs pondus par chaque femelle, aussi pour assurer la disparition des vieux troncs que leurs larves ont pour mission de réduire à leur plus simple expression ; au reste, pour soustraire nos Pectinicornes à une trop grande destruction, le Créateur leur a donné une vestiture en harmonie avec les objets qui les entourent, avec les troncs sur lesquels ils aiment à stationner, ce qui leur assure ainsi une immunité relative.

Dans cette famille, les sexes sont bien distincts ; le corps des mâles est plus allongé, sa locomotion plus décidée, ses allures plus vives, ses sens plus subtils, ses organes plus développés, sa tête porte des attributs particuliers, ses machoires peuvent prendre un développement exagéré, son front se prolonger en saillies cornues ainsi que son corselet ; la femelle, plus lourde, est plus grosse, plus ovoïde : de très petits sujets, aussi bien mâles que femelles, se trouvent dans toutes les espèces et plus particulièrement dans le genre *Lucanus* ; cette particularité est essentiellement liée à une question de race, elle est indépendante de la question de nourriture, laquelle joue un grand rôle et contribue à donner pour une même espèce et pour une même ponte des sujets à taille normale quand d'autres restent petits : une larve à qui la substance nutritive ne fait jamais défaut

durant le cours de son existence donnera un produit plus développé que celle à laquelle cette substance aura manqué ou sera moins substantielle.

Les *Pectinicornes* adultes passent, à l'état de claustration, dans leurs coques ou dans leurs loges, la période des mauvais temps, attendent pour sortir de leur torpeur l'arrivée des beaux jours ; ils restent ainsi confinés dans leur réduit, sans espoir d'en sortir avant que les chaleurs ne leur donnent la possibilité ainsi que les moyens de rompre la cloison qui les sépare du dehors pour apparaître à leur heure.

Les restes fossiles du groupe qui nous occupe sont peu nombreux, cela tient-il au petit nombre de sujets dont se compose la famille, c'est possible, quoi qu'il en soit, dans les terrains crétacés il a été trouvé des perforations dues à des espèces de ce groupe.

En Europe, les Pectinicornes y sont représentés par six genres que nous possédons en France et dont les larves sont connues ; il habitent la plaine, la moyenne et la haute montagne et ne sont bien répandus que par places : nous décrivons le cycle biologique des espèces qui sont plus particulièrement de notre pays.

Pour la citation des auteurs qui ont écrit sur les larves de la famille, nous renverrons aux catalogues biologiques des larves des Coléoptères d'Europe de M. RUPERTSBERGER publiés en 1880 et en 1894.

Nos Pectinicornes ne se prêtent pas à une méthode rigoureuse de classification comme il nous serait agréable de les voir, leurs larves sont loin de se plier comme les adultes à une forme comparative donnée prise pour type, leurs organes n'offrent pas une affinité suffisante pour les grouper d'après une ressemblance même relative ; leurs larves chevauchent d'une extrémité à l'autre de leur série, un groupement superficiel seul permet de les classer d'après une certaine analogie ainsi qu'il est facile de s'en convaincre par le tableau suivant ; au reste, nos classifications ne sont qu'approximatives et aucun groupement ne serait possible si on voulait s'astreindre à une rigueur absolue.

ANTENNES DE CINQ ARTICLES

1. *Corps arqué.* — Valves du sac ovalaires, cils en pourtour, spinules denses convergeant vers le centre de la poche ; onglet acéré à la première paire de pattes. *G. Lucanus.*

2. *Corps moins arqué.* — Valves orbiculaires, sans cils en pourtour, spinules éparses convergentes ; onglet aciculé aux trois paires de pattes. *G. Dorcus.*

ANTENNES DE QUATRE ARTICLES

1. *Corps arqué.* — Valves lenticulaires, cils épars en pourtour, spinules très éparses convergentes ; onglet acéré au trois paires. *G. Platycerus.*

2. *Corps arqué.* — Valves ovoïdes, cils épars en pourtour, pas de spinules convergentes, onglet acéré aux trois paires de pattes. *G. Aesalus.*

3. *Corps peu arqué.* — Valves lenticulaires, cils épars en pourtour, pas de spinules convergentes, onglet marqué à la première paire, obtus aux deux autres. *G. Ceruchus.*

4 *Corps peu arqué.* — Valves ovalaires, juxtaposées, quelques cils en pourtour ; pas de spinules convergentes, onglet charnu, cilié aux trois paires. *G. Sinodendron.*

DEUXIÈME PARTIE

DESCRIPTION DES ESPÈCES

GENRE *LUCANUS*, SCOPOLI

Caractère du genre. — Premier segment thoracique marqué d'une double tache jaunâtre.

1. *Luc. cervus*, Linné.

(Mulsant, *Pectinicornes*, 2e éd., 1871, p. 8). *Larve Rœsel*, 1749. Longueur 70 à 80 millimètres, largeur 15 millimètres.

Corps arqué, un peu bosselé, blanchâtre, couvert de courts poils roux et de plus courtes spinules, convexe en dessus, déprimé en dessous, arrondi aux deux extrémités, la postérieure bilobée.

Tête bien développée, d'un beau jaune orange, imperceptiblement ridée, avec rares poils épars, fossette avec trait noirâtre au confluent des deux traits de la ligne médiane, deux autres fossettes plus en avant, quelques gros points en arrière du milieu de la lisière frontale qui est noirâtre et droite, de chacun d'eux émerge un cil ; épistome transverse, ponctuée rougeâtre, à bord blanchâtre ; labre rugueux, mandibules rugueuses, rainurellées, à pointes obtusément bitridentées ; machoires larges, lobe divisé en deux branches armées d'une forte épine noirâtre, l'interne frangée de courtes spinules ; palpes coniques, rougeâtres, annelés de testacé, à tige quadriarticulée et ciliée ; menton développé transverse, à base ciliée ; lèvre inférieure pâteuse, faiblement bilobée, palpes droits, languette rudimentaire garnie de cils ; antennes à article basilaire fixe, les deux suivants droits renflés, le quatrième oblique prolongé en pointe sous le cinquième qui est très réduit, dont le milieu est renflé et le bout courtement cilié.

Segments thoraciques blanchâtres, avec ligne médiane sombre, commune aux huit segments suivants et avec taches sous-cutanées obscures, éparsement ciliés, le premier à fond plus blanc, marqué sur ses côtés d'une tache lancéolée d'un jaune citron et d'une plus petite sur les flancs, à milieu incisé, l'extrémité de l'incision bifurquée, deuxième et troisième coupés par deux incisions formant trois bourrelets.

Segments abdominaux bien développés, fortement convexes, à flancs dilatés, les trois premiers renflés accusant par leur volume une certaine gibbosité, couverte d'une masse de courtes spinules rousses dirigées en arrière, suivie d'une rangée

transverse de courts cils à leur bord postérieur qui est membraneux et à dessous incisé, les trois suivants plus développés, spinulés et ciliés comme les précédents, les trois derniers lisses et luisants, plus développés encore et éparsement ciliés, sac grand, arrondi, circulairement incisé, valves ovalaires avec cils en pourtour, séparées par le cloaque dont la fente est longitudinale.

Dessous de la région thoracique renflé et cilié, des segments abdominaux déprimé, poche échancrée, garnie d'une masse de courtes spinules mêlées à des poils convergeant vers le centre : un fort bourrelet latéral longe les flancs.

Pattes très développées, dirigées vers les côtés, ciliées et spinulées, hanches fortes, appuyés sur une tache transverse cornée et jaunâtre, lavées d'une tache triangulaire blanchâtre sur laquelle s'appuient les trochanters qui sont longs et avancés en forme de pointe à la troisième paire, cuisses courtes évasées, jambes fortes, renflées, prolongées par un tarse, court onglet rougeâtre, acéré à la première paire, un peu moins aux deux autres : à la base des hanches de la deuxième paire de pattes est une crête noire un peu arquée, à base finement pointillée, à bord strié et à l'intérieur des trochanters de la troisième paire est une pareille arête droite, rougeâtre.

Stigmates petits, flaves, à large péritrème déprimé rougeâtre en forme de C ou de croissant à branches tournées aux neuf paires vers la tête, la première paire un petit peu plus inférieure sur le bourrelet de séparation des deux premiers segments thoraciques, les suivantes au-dessus de ce bourrelet.

Le trait rougeâtre de la tête, les fossettes craniennes et les taches du premier segment thoracique sont des traits particuliers à cette larve qui vit dans les vieux bois à moitié enterrés, dans les vieilles souches qu'elle perfore pour s'en nourrir ; son passage est accusé par de larges excavations ligneuses, dans l'intérieur desquelles elle se tient généralement le corps arqué, rongeant de jour et de nuit jusqu'au moment de sa transformation, ne s'arrêtant dans cette œuvre que dans l'entretemps des mues ; parvenue à son complet développement, elle s'enfonce profondément dans le sol en vue de sa prochaine transmutation.

La transformation en nymphe a lieu à la deuxième année de son existence, dans une coque oblongue formée de grossiers fragments de bois agglutinés ; l'adulte hiverne dans cette coque jusqu'aux chaleurs de juin, époque à partir de laquelle il fait son apparition, il vit des feuilles et de l'extravasion de la sève des arbres, recueillant à l'aide de ses mâchoires en pinceau le liquide mucilagineux qui coule des blessures des grands végétaux, il est aussi friand du miel et des liqueurs sucrées ; son vol est lourd et pénible, ce n'est qu'une fois le soleil couché qu'il prend son essor, à moins que le temps étant à l'orage ne l'incite à sortir plus tôt ; de jour il reste appliqué contre les troncs ou contre les branches ou bien encore accroché aux feuilles des arbres ; très commun autrefois en France, il devient de plus en plus rare au fur et à mesure que les gros chênes disparaissent. La femelle vole peu, elle gagne le tronc d'un arbre où elle attend qu'un mâle vienne la féconder.

L'accouplement de cette espèce a lieu des derniers jours de juillet aux premiers jours d'août, le soir près des vieux troncs d'arbre, dans le voisinage des forêts ; il dure peu de temps ; une fois fécondée, la femelle s'occupe de mettre à l'abri le fruit de sa progéniture, à cet effet elle gagne le bas d'un vieux tronc d'arbre, creuse le sol à l'aide de ses pattes antérieures et de ses mandibules, s'enfonce assez profondément et à cet endroit du tronc, dépose une première ponte, sort de son réduit, en bouche l'entrée et procède, s'il y a lieu, au dépôt d'une nouvelle ponte.

OEuf. Longueur, 3 millimètres, diamètre $1^{mm},5$.

Blanc, ovoïde, longitudinalement sillonné, finement réticulé, arrondi aux deux pôles, à micropyle apparent, à coquille peu résistante ; dans le nombre quelques-uns sont étranglés à leur milieu.

Lors de l'émission de l'œuf, l'appareil génital fait saillie au dehors, l'œuf passe à travers l'ovaire, il est conduit à sa place, maintenu par deux lames cornées, déprimées, spatuliformes, à bords garnis de forts cils roux.

Chaque ponte se compose d'une vingtaine d'œufs dont la grosseur est proportionnée à la taille de la mère; l'éclosion a lieu une quinzaine de jours après si la température est favorable, elle peut se prolonger de quelques jours encore et aller à trois semaines et même à un mois.

La durée de l'existence du mâle est limitée par la fin de l'accouplement, celle de la femelle par le dépôt de ses œufs.

Les longues mandibules dont les mâles sont pourvus constituent pour eux des armes offensives et défensives dont ils savent se servir quand besoin est; leur force de résistance est considérable; pour la défensive, dressés sur leurs pattes antérieures, les mandibules bien ouvertes, ils saisissent l'agresseur, le soulèvent et d'un effort le rejettent en arrière d'eux; pour l'attaque, ils se lancent sur l'adversaire qu'ils saisissent par le corselet, le serrent avec force jusqu'à ce qu'ils arrivent à le mettre hors de combat.

On trouve plus de mâles que de femelles pour la raison que ces dernières passent une partie de leur existence cachées dans leurs galeries de ponte.

GENRE *DORCUS*, MAC LEAY

Caractères du genre: premier segment thoracique taché de jaunâtre.

1. Dorc. parallelipipedus, Linné (Mulsant, Pectinicornes, 2e éd. 1871, p. 19).

Larve. Ratzeburg, 1837. Longueur, 25 millimètres; largeur, 8 millimètres.

Corps allongé, arqué, charnu, blanchâtre, couvert de courts cils roux et de plus courtes spinules roussâtres, convexe en dessus, planiuscule en dessous, arrondi à la région antérieure, la postérieure tronquée et bilobée.

Tête forte, arrondie, jaunâtre clair, finement pointillée, avec poils roux épars émergeant du fond de gros points enfoncés, ligne médiane flave, bifurquée en deux traits aboutissant en se coudant en arrière de la base antennaire, une fossette arquée, biciliée, au-dessus du point coudé, lisière à milieu déprimé, marginée de noirâtre; épistome grand, transverse, ridé, avec trois poils latéraux, labre à bords légèrement relevés avec six points uniciliés au disque; mandibules fortes, à base rougeâtre, noires à l'extrémité, bitridentées, au-dessous des dents de droite est une autre petite dent obtuse et au-dessous de celles de gauche sont deux autres petites dents obtuses aussi, ce qui donnerait cinq dents à la mandibule gauche et trois à la droite, lobe maxillaire bifide, chaque tige armée d'une pointe cornée noirâtre, le lobe interne frangé, palpes couvrant les lobes en les dépassant, rougeâtres, annelés de testacé; les trois premiers articles antennaires droits, les deux suivants coudés, premier et deuxième courts, troisième allongé, obconique, quatrième moins long, à pointe avancée sous le cinquième qui est réduit et prolongé par trois courts cils.

Segments thoraciques transverses, blanchâtres, avec cils disposés en rangées transverses, le premier plus large que la tête avec tache latérale jaunâtre, allongée, tache non apparente chez les jeunes sujets, à milieu incisé à flancs renflés, deuxième et troisième relevés en trois bourrelets, leurs flancs boursouflés.

Segments abdominaux, les six premiers fortement convexes, à surface couverte de très courtes spinules rousses et de quelques poils à leur bord postérieur, les trois suivants translucides et rougeâtres avec simples poils roux épars; sac déprimé, valves orbiculaires, séparées par une incision formant triangle en dessus et échancrure au-dessous, incision longitudinale cachant le cloaque.

Dessous planiuscule, premier segment thoracique triangulairement incisé, segments abdominaux éparsement ciliés, flancs incisés, poche avancée en dessus, sa surface garnie d'une masse de très courtes spinules rousses convergeant vers le centre : un fort bourrelet latéral sépare les deux régions dorsale et ventrale,

Pattes fortes, ciliées et spinosulées, hanches massives débordant les trochanters. qui sont fortement ciliés, cuisses et jambes à bout renflé, tarses rougeâtres aciculés; une rangée arquée de granules rougeâtres, en forme de carène striée, sur les hanches de la deuxième paire de pattes, au-dessous de l'articulation avec les trochanters qui sont garnis à la troisième paire, sur leur face inférieure, d'une pareille carène.

Stigmates petits, flaves, à péritrème jaunâtre, la première paire bien accentuée, les suivantes de moins en moins jusqu'à la dernière.

On trouve cette larve dans les vieux troncs de chêne, de noyer, de micocoulier, figuier, etc., dans les vieilles poutres à moitié enfouies dans le sol humide; elle vit dans les parties ligneuses de l'intérieur de ces masses non encore décomposées, dans ces vieux bois sans emploi qu'elle fait disparaître en les rongeant; les galeries qu'elle creuse en montant ou en descendant dans ces restes vermoulus sont irrégulières, quelquefois droites, toujours comblées par les déjections de la larve dont l'existence est de deux années environ; arrivée au terme de son développement, elle façonne l'extrémité de sa galerie en forme de loge oblongue dont elle rend les parois à peu près lisses, y prend position et s'y transforme quelques jours après : les phases de transmutation sont successives et non simultanées.

Nymphe. Longueur 20 millimètres, largeur 6 millimètres.

Corps arqué, charnu, jaunâtre, glabre ou à peu près, finement pointillé ridé, lisse et luisant, convexe en dessus, déprimé en dessous, large et arrondi à la région antérieure, la postérieure atténuée et trifide.

Tête affaissée, bien développée, déprimée, transversalement ovalaire, trisillonnée, diversement ridée, bord occipital relevé en légère carène; premier segment thoracique grand, déprimé, clypéiforme, bords relevés en léger bourrelet très éparsement cilié, ligne médiane profonde, deuxième moins grand, triangulairement avancé en pointe sur le troisième qui est rectangulaire et dont le milieu est circulairement incisé, segments abdominaux chagrinés, transverses, atténués vers l'extrémité, le milieu des sept premiers relevé en légère arête garnie de poils très épars, leurs flancs prolongés en légère apophyse conique, huitième sans carène ni apophyse débordant le neuvième des côtés duquel fait saillie une forte éminence spatuliforme relevée en arête armée de six dents, à l'extrémité du segment est un appendice noueux, cylindrique, caudiforme, couché sur la région dorsale mais susceptible de se relever, flanqué à sa base de deux courtes saillies et en arrière au-dessous de la fente anale de deux épines rougeâtres; cet appendice caudal paraît particulier à l'un des sexes, car il ne se retrouve pas sur toutes les nymphes; dessous déprimé; antennes noueuses, leur massue reposant près des genoux de la première paire de pattes, genoux saillants, tarses en forme de moignon bidenté, extrémité des élytres dentée.

L'appareil d'armature et de dents et l'atrophie des tarses distinguent cette

nymphe qui peut imprimer à ses segments abdominaux de légers mouvements défensifs et qui dans sa loge repose l'extrémité postérieure appuyée sur la peau chiffonnée de la larve formant ainsi coussinet à ce protée dont la phase nymphale dure de quinze à vingt jours.

L'apparition de l'adulte commencée dès le mois de juin, pour les sujets qui ont hiverné dans leurs loges nymphales, se continue sans interruption durant les mois de juillet, août, septembre et même octobre; rarement il se met en mouvement de jour, il attend que le soleil soit prêt à disparaître; alors seulement il quitte son abri, et lentement il se met en quête de l'un de ses semblables avec lequel il puisse s'accoupler; c'est alors qu'on le voit sur le tronc des arbres, sur le sol, traversant les routes et les sentiers battus, et cela durant une partie de la nuit; de jour, il prend position sous une pierre, sous les écorces, sous les troncs ou dans l'intérieur de ceux qui sont caverneux; partout, dans toute la France, il est commun; quoique lent d'allures, c'est un fin voilier qui franchit rapidement l'espace et il paraît assez singulier de voir un insecte aussi lourd faire de ses ailes un usage aussi facile.

En juillet, ainsi qu'en août, a lieu le rapprochement des deux sexes, l'accouplement se fait par superposition, le mâle dessus, la copulation est lente à se produire, elle dure le courant d'une nuit, elle ne se renouvelle pas; la femelle, une fois fécondée, gagne le tronc en décomposition d'un arbre quelconque, et là, au ras du sol, elle s'enfonce dans la partie désagrégée jusqu'à ce qu'elle arrive au vieux bois mort mais non encore décomposé; là, à l'aide de son oviducte, elle dépose sa ponte en l'éparpillant, puis elle meurt après avoir ainsi assuré le sort de l'immuable espèce.

OEuf. — Longueur 2 millimètres; diamètre 1 millimètre; ovoïde, blanc jaunâtre, très finement pointillé, ridé, à pôles arrondis, à coquille résistante.

OEufs gros, comparés à la taille de la mère, pondus au nombre de huit à dix seulement, dont l'éclosion a lieu quinze à vingt jours après, dans un milieu nutritif bien approprié à l'existence de la larve; que le tronc de qui elle tiendra la vie soit dur comme celui du chêne ordinaire ou du chêne vert ou de l'olivier, ou bien qu'il soit plus tendre comme celui du saule ou du peuplier, la larve, pour son alimentation, ronge en larges galeries le tissu ligneux des uns et des autres, celui qui a été imposé par la mère; au reste, toute essence lui est bonne pourvu que le point à entamer soit légèrement frais et humide et devenu ainsi assez friable pour ne pas trop résister à l'effet des fortes mandibules dentées dont la nature l'a pourvue.

GENRE *PLATYCERUS*, GEOFFROY

Caractères du genre : premier segment thoracique bi-incisé; ocelles figurés.

1. *Plat. caraboïdes*, Linné.

(Mulsant, Pectinicornes, 2e éd. 1871, p. 25.)

Larve. Mulsant, 1842. Longueur 15 millimètres, largeur 5 millimètres.

Corps allongé, arquée, mou, charnu, blanchâtre, couvert de courts cils roux et de plus courtes spinules rousses, convexe en dessus, planiuscule en dessous, arrondi vers les deux extrémités, la postérieure bilobée.

Tête petite, arrondie, jaune de soufre, finement pointillée, avec cils épars, ligne médiane flave bifurquée au vertex en deux traits coudés, trait noir au confluent de la bifurcation, fovéole uniciliée au point coudé, lisière frontale

droite, à milieu déprimé, tache noire à la base des mandibules; épistome trapézoïdal, biponctué, cilié, à milieu déprimé, quelques cils sur les côtés, labre bifovéolé, frangé de courtes soies ; mandibules fortes, peu arquées, à base rougeâtre clair, à pointe noire, bitridentées avec molaire ; mâchoires bien développées, lobe bifide, un peu arqué, à pointes rougeâtres et cornées, à tranche interne frangée de cils et de spinules, palpes allongés, coniques, à bout rougeâtre, menton transverse, convexe, avec rangée transversale de courts cils, lèvre bilobée, palpes courts, droits, à bout rougeâtre, languette ciliée, peu développée ; antennes à article basilaire globuleux, deuxième très allongé, bicilié, troisième moins long, coudé, à bout renflé, quatrième réduit, rougeâtre, prolongé par trois courts cils ; ocelles, une tache elliptique, brune, ocelliforme en arrière de la base antennaire.

Segments thoraciques blanchâtres, transverses, finement pointillés, garnis de courts cils roux, le premier marqué de deux fortes incisions latérales à la place des taches de la larve du *Lucanus cervus*, deuxième et troisième très étroits, transversalement incisés, à flancs tuméfiés et ciliés.

Segments abdominaux arqués, couleur des précédents, avec ligne médiane sombre, le premier court, les suivants de plus en plus allongés, à flancs incisés et relevés en forme de bourrelet, les six premiers garnis de courts granules chargés de très courtes spinules rousses dirigées en arrière, mêlées à de courts poils au bord postérieur, septième et huitième couverts de simples poils épars, au neuvième qui est réduit et profondément incisé, aux poils s'ajoutent quelques spinules, sac arrondi, bivalve, avec fente en long, les valves lenticulaires avec cils très épars au pourtour.

Dessous déprimé, éparsement cilié, lisse et luisant, diversement incisé, à fond plus clair qu'en dessus, poche hérissée de courtes spinules rousses éparses convergeant vers l'incision médiane au milieu de la poche ; un fort bourrelet latéral constitué par une double expansion longe les flancs.

Pattes courtes, massives, dirigées en avant, hérissées de cils et de spinules, hanches fortes, chevronnées, avancées en forme de proéminence arrondie, celles de la deuxième paire striées en six à sept rangées, trochanters géniculés, très allongés, cuisses fortes, à extrémité renflée, jambes peu allongées, à bout arrondi, terminées par un court onglet rougeâtre acéré, trochanters de la troisième paire garnis d'une arête roussâtre de fines stries.

Stigmates flaves, à péritrème réniforme, jaunâtre pâle, peu apparents, de moins en moins accentués vers l'extrémité, la première paire sur le bourrelet de séparation des deux premiers segments thoraciques, les suivantes au milieu des huit premiers segments abdominaux et à peu près sur le même alignement de la première.

Les deux pointes de l'épistome, les incisions thoraciques, les spinules du segment terminal sont des traits particuliers à cette larve qui vit dans les vieux troncs de chêne, hêtre, sapin dont elle ronge la substance ligneuse rapprochée des parties en voie de décomposition ; arrivée au terme de son accroissement, ce qui a lieu en juillet, elle se construit au fond de sa galerie une loge dans laquelle a lieu sa transformation nymphale ; la durée de cette phase est de trois semaines environ.

Adulte. On le trouve en juin et en juillet dans les bois, dans les forêts, rongeant les bourgeons ou les feuilles : il est aussi actif de jour que de nuit ; c'est à la lisière des bois qu'il se plaît, on le trouve quelquefois rongeant les fleurs de l'églantier et du chèvrefeuille.

GENRE *ÆSALUS*, FABRICIUS

Caractères du genre : antennes de quatre articles avec tubercule sous le quatrième.

1. *Æ. scarabeoïdes*, Panzer.
(Mulsant, Pectinicornes, 2e éd. 1871, p. 40.)

Larve, Mulsant 1842. Longueur 12 millimètres, largeur 3 millimètres.

Corps arqué, charnu, blanchâtre, imperceptiblement ridé, couvert de cils roux épars et de très courtes spinules rousses, convexe en dessus, déprimé en dessous, arrondi aux deux extrémités, la postérieure trilobée.

Tête petite, quadrangulaire, cornée, blanc jaunâtre, lisse et luisante, avec cils épars sur les côtés, ligne médiane obsolète, flave, une fossette en arrière de la base des mandibules, lisière frontale droite, noire, à milieu excavé, épistome trapézoïdal, rougeâtre, avec fovéole latérale triciliée, à milieu légèrement relevé, labre transversalement elliptique, rougeâtre, frangé de forts cils droits ; mandibules à base rougeâtre avec profonde incision en long, à extrémité noire bitridentée, avec molaire ; mâchoires fortes larges, à tige ciliée, lobe à deux branches avec trait sutural rougeâtre, les deux pointes acérées et ferrugineuses, le lobe interne frangé de cils spinosules, palpes testacés annelés de rougeâtre, l'article terminal conique, les précédents cylindriques ; menton transverse, cilié, lèvre avec longs palpes droits et languette rudimentaire ciliée, antennes à article basilaire globuleux, deuxième très allongé, arqué, à bout renflé, troisième coudé, moins long, à bout incisé avec petit tubercule au-dessous du quatrième lequel est petit, subcylindrique et prolongé par un très court cil.

Segments thoraciques charnus, courts, transverses, convexes, éparsement ciliés, à flancs renflés et à ligne médiane sombre, le premier transversalement incisé, l'incision provoquant la formation de deux bourrelets dont le postérieur est sur chaque côté avancé en pointe brunâtre, deuxième et troisième un peu plus larges, bitransversalement incisés.

Segments abdominaux convexes, blanchâtres, plus foncés vers l'extrémité, les sept premiers avec une masse de très courtes spinules rousses, huitième et neuvième éparsement ciliés ; sac bivalve, les valvules lenticulaires et ciliées rebordées en dessus par une saillie de l'anneau.

Dessous subdéprimé, les segments abdominaux transversalement incisés, éparsement ciliés, poche sans cils ni spinules et léger bourrelet latéral.

Pattes membraneuses, ciliées, hanches avancées sous les trochanters qui sont droits, cuisses à bout renflé, jambes courtes, à bout arrondi, terminées par un court onglet rougeâtre acéré ; carènes striées des hanches de la deuxième paire et des trochanters de la troisième paire peu apparentes.

Stigmates flaves, à péritrème blanchâtre, presque sur le même alignement, la première paire sur le bourrelet de séparation des deux premiers segments thoraciques, les suivantes à leur place normale.

La tête quadrangulaire, les fovéoles de l'épistome, l'incision profonde des mandibules, le tubercule antennaire et les pointes prothoraciques sont des traits particuliers à cette larve qui vit du vieux bois mort des chênes et des châtaigniers et qui, arrivée au terme de son existence larvaire, se façonne une loge à l'extrémité de sa galerie où elle se change quelques jours après en nymphe.

Adulte. On le trouve dans le tronc ou dans les souches dans lesquelles il avait vécu à l'état de larve.

GENRE *CERUCHUS*, MAC LEAY

Caractères du genre : Corps droit jusqu'au septième segment abdominal.

1. *Cer. tarandus*, Panzer.

(Mulsant, Pectinicornes, 2e éd. 1871, p. 31.)

Dès les premiers jours de leur apparition qui a lieu en août, les deux sexes se recherchent, aussitôt se fait l'accouplement par superposition, le mâle dessus ; une fois fécondée la femelle gagne un tronc de sapin ou de hêtre gisant sur le sol et en voie de décomposition, y plonge par un trou perpendiculaire de forme arrondie, et proportionné au volume de son corps, puis élargit la cavité en continuant à l'ouvrir et en lui donnant la forme d'un ovale, là, dans des entailles faites les unes après les autres, la femelle dépose sa ponte ; les œufs sont jaunâtres, recouverts dans leur loge de quelques fibres ligneuses bien tassées ; la larve éclôt quelques jours après, ronge en s'enfonçant de plus en plus dans le bois ; arrivée au terme de son accroissement, elle se présente sous les traits suivants :

Larve. Mulsant, 1842. Longueur 20 millimètres, largeur 5 millimètres.

Corps allongé, arqué à son extrémité postérieure, charnu, jaunâtre, pointillé ridé, couvert de courts cils roux et de courtes spinules rougeâtres, convexe en dessus, planiuscule en dessous, arrondi vers les deux extrémités, la postérieure bilobée.

Tête petite, arrondie, cornée, jaunâtre, lisse et luisante, avec cils roux en particulier sur les côtés, ligne médiane flave, bifurquée, un trait petit, longitudinal, noir au confluent des deux traits, lisière frontale à milieu concave, deux fossettes en arrière ; épistome trapézoïdal avec rangée transverse médiane de six points, les deux du milieu émergeant du fond d'une fossette, labre transverse, trilobé, avec deux fossettes médianes et bord frangé de longs cils roux ; mandibules fortes, presque en entier rougeâtres, bitridentées, les deux dents dextres un peu émoussées, avec rainurelle à la tranche externe et molaire à l'interne ; mâchoires épaisses, ciliées, à base lobaire marginée de noir, lobe à deux branches à bout épineux et rougeâtre, l'intérieure frangée de courts cils, palpes dépassant les lobes en les recouvrant, testacés, annelés de jaunâtre ; menton transverse avec une rangée de courts cils, lèvre inférieure bien développée avec palpes labiaux rougeâtres et rudiment de languette ciliée ; antennes allongées à article basilaire globuleux, deuxième long à bout renflé, troisième rougeâtre, arqué, sans saillies au-dessous du quatrième, lequel est réduit et prolongé par trois courts cils.

Segments thoraciques membraneux, jaunâtres, convexes, éparsement ciliés, avec ligne médiane claire, plus sombre aux segments suivants, le premier un peu plus large que la tête dont il enchâsse le bord postérieur, transversalement ridé, bifovéolé vers les flancs qui sont tuméfiés, deuxième et troisième un peu plus larges, biincisés, par suite relevés en trois bourrelets, un petit médian, un deuxième entier, deux latéraux à flancs renflés et unifovéolés.

Segments abdominaux courts, larges, transverses, les six premiers droits, couverts d'une masse de très courtes spinules rougeâtres dirigées en arrière, leurs flancs tuméfiés et ciliés, les trois suivants arqués, de couleur sombre, à surface garnie de courts cils roussâtres, neuvième incisé, sac avec incision obcordée, à

pourtour éparsement cilié, valves lenticulaires en entier ciliées avec cloaque en long et bourrelet au fond.

Dessous du premier segment thoracique triangulairement incisé, les deuxième et troisième incisés en long, segments abdominaux déprimés, chacun des huit premiers arceaux bitransversalement incisé et éparsement cilié, poche renflée sans incision médiane et quelques cils épars seulement ; une chaîne de bourrelets longe les flancs.

Pattes assez développées, latérales, couvertes de cils en dessus et de spinules en-dessous ; hanches courtes, massives, avancées on pointe, trochanters allongés, obliquement tronqués pour recevoir la cuisse dont le bout est renflé, jambes réduites, à bout arrondi, prolongées par un court onglet blanchâtre peu accusé à la deuxième paire, encore moins à la troisième que semblent remplacer une touffe de spinules ; hanches de la deuxième paire avec une crête jaunâtre striée, intérieur des trochanters de la troisième paire avec une faible arête jaunâtre.

Stigmates peu apparents, se confondant avec la couleur du fond, flaves à péritrème jaunâtre, le premier sur le bourrelet de séparation du premier segment thoracique, les suivants à leur place normale.

En dehors des caractères généraux signalés, cette larve porte comme traits secondaires son labre trilobé, le sac en entier cilié, le manque d'incision médiane de la poche ; elle vit du bois des vieux sapins en voie de décomposition et couchés sur le sol, dans les troncs de hêtres aussi ; fin août, quelques jours avant la nymphose, elle se façonne à l'extrémité de sa galerie une loge oblongue et s'y transforme.

Nymphe. Longueur 16 à 17 millimètres, largeur 5 à 6 millimètres.

Corps allongé, charnu, blanchâtre, finement réticulé, ridé, couvert de courts cils roux à bout arqué ou tronqué, convexe en dessus, un peu moins en dessous, à région antérieure large, arrondie, la postérieure atténuée et biépineuse.

Tête grosse, affaissée, convexe, arrondie, à surface couverte de courts cils roux à bout arqué, disposés par groupes sur le disque, mandibules saillantes, arquées, avec rangées de cils sur la tranche interne ; premier segment thoracique grand, rectangulaire, à bords relevés en léger bourrelet cilié, deuxième réduit, avancé en pointe triangulaire sur le troisième qui est plus développé et dont le disque déprimé, ridé, est éparsement cilié ; segments abdominaux courts transverses, atténués vers l'extrémité, les sept premiers fortement ridés, sont recouverts d'une rangée transverse de longs cils roux, huitième étroit, développé, à milieu inférieur incisé et bimamelonné, neuvième réduit, prolongé par deux fortes épines latérales, divergentes, à bout acéré et rougeâtre ; dessous subdéprimé, glabre, segment anal proéminent ; genoux peu saillants ; antennes reposant par leur bout près des genoux de la première paire de pattes.

Par sa grosse tête, par ses mandibules saillantes, ses cils arqués et ses fortes épines caudales se fait remarquer cette nymphe.

La phase nymphale dure une quinzaine de jours ; l'adulte formé dès le mois d'octobre passe l'hiver ainsi qu'une partie du printemps dans sa loge qu'il ne quitte qu'aux premiers jours de juin.

Adulte. L'insecte formé passe donc l'hiver dans son réduit pour n'apparaître qu'en juin ; d'où il résulterait que la vie évolutive de l'espèce aurait, par suite ainsi que nous l'avons déjà dit dans nos généralités, une durée de deux années environ à l'état libre.

GENRE *SINODENDRON*, HELWIG

Caractères du genre : corps peu arqué.

1. *Sin. cylindricum*, Linné.

(Mulsant, Pectinicornes, 2e éd. 1871, p. 36.)

Larve. Mulsant, 1842. Longueur 15 à 20 millimètres, largeur 4 millimètres.

Corps allongé, peu arqué, charnu, blanc jaunâtre, finement pointillé, ridé, couvert de très courtes spinules et de courts cils roux, convexe en dessus, déprimé en dessous, arrondi aux deux extrémités, la postérieure bivalve et rembrunie.

Tête petite, arrondie, cornée, jaunâtre, lisse et luisante, avec taches souscutanées ternes et cils roux épars sur les côtés, ligne médiane flave, bifurquée au vertex, les deux traits aboutissant en arrière de la base antennaire, un point noirâtre au confluent des deux traits, quelques points très accentués du fond desquels émerge un cil ; lisière frontale droite, rougeâtre, à milieu excavé, deux forts points en arrière de l'excavation ; épistome trapézoïdal, rougeâtre, bifovéolé et cilié, labre en carré transverse, bifovéolé, frangé de soies raides rougeâtres ; mandibules peu arquées à base rougeâtre et profondément excisée en long, à extrémité bitridentée avec molaire ; mâchoires larges, jaunâtres, trait rougeâtre à la base du lobe qui est divisé en deux branches à bout rougeâtre et acéré, la branche interne frangée de cils ; palpes jaunâtres annelés de rougeâtre, l'article terminal acuminé et en entier rougeâtre, menton transverse, lèvre inférieure faiblement bilobée, avec rudiment de languette ciliée et palpes droits biarticulés, l'article basilaire cylindrique, le terminal conique ; antennes bien développées, jaunâtre clair, l'article basilaire globuleux, le deuxième très allongé, le troisième coudé, court, obconique à bout évasé, le quatrième très réduit, courtement tricilié,

Segments thoraciques charnus, blanchâtres, transverses, convexes, éparsement ciliés, le premier bitransversalement incisé, le bourrelet latéral postérieur avancé en forme d'apophyse conique lamelleuse, jaunâtre, deuxième et troisième avec incision transverse divisant l'arceau en deux bourrelets à flancs tuméfiés et ciliés.

Segments abdominaux fortement convexes, bord postérieur marginé de jaunâtre, avec ligne médiane sombre, le bord postérieur des sept premiers incisé, par suite relevé en léger bourrelet avec flancs dilatés, les huit premiers couverts de très courts cils spinosules dirigés en arrière, neuvième à surface couverte de cils, sac avec deux valves ovalaires à pourtour cilié.

Dessous déprimé, deux taches rougeâtres sur les côtés du premier segment thoracique ; segments abdominaux transversalement ridés, éparsement ciliés, poche avec commissure rougeâtre et aréole au bord médian ; un bourrelet latéral garni de courtes spinules longe les flancs.

Pattes allongées, ciliées et spinosulées, hanches fortes débordant les trochanters dont la base est marginée de rougeâtre, cuisses marginées aussi d'un trait rougeâtre, jambes renflées avec tarses forts, charnus, terminés par un petit onglet entouré d'un groupe de spinules ; hanches de la deuxième paire largement pointillées de jaunâtre ainsi que les trochanters de la troisième paire.

Stigmates rembrunis à péritrème jaune doré, la première paire à la base du

bourrelet de séparation des deux premiers segments thoraciques, les suivantes au-dessus du bourrelet latéral, au milieu environ des huits premiers segments abdominaux.

Le point noir du disque céphalique, les courtes spinules des septième et huitième segments abdominaux, l'incision des sept premiers de ces segments, ainsi que l'apophyse jaunâtre du premier segment thoracique, constituent des traits particuliers à cette larve qui vit du tissu ligneux en voie de décomposition des vieilles souches de hêtre, de châtaignier, de frêne, etc., dont les troncs reçoivent les rayons solaires; sa transformation se fait sur place, c'est-à-dire au fond de sa galerie.

L'adulte paraît en juin et en juillet, il est nocturne; on en trouve mais rarement de jour sur les troncs des arbres nourriciers; il est très lent dans ses mouvements; la femelle dépose ses œufs dans les interstices des troncs.

Passales.

Les larves de nos *Pectinicornes* sont reliées à celles des *Lamellicornes*, avec lesquelles elles ont une ressemblance relative, par celle des *Passalides*, groupe d'insectes exotiques n'entrant pas dans le domaine des espèces qui nous occupent mais dont nous sommes obligé de parler à cause de leur ressemblance, de leur affinité, avec celles des Pectinicornes d'un côté et et celles des Lamellicornes de l'autre.

La tête des larves des Passales est plus petite, leur corps plus grêle, les antennes n'ont que trois articles, au lieu de quatre ou de cinq, leurs mandibules sont toutes deux tridentées, leurs segments sont lisses et entiers, c'est-à-dire sans bourrelets, la fente anale est transverse comme chez les Lamellicornes et la troisième paire de pattes est atrophiée avec le bout armé de quelques épines.

Pour mieux faire comprendre les différences résultant de la comparaison des larves de ces trois groupes nous décrivons les caractères généraux d'une larve et d'une nymphe du genre *Passale*.

Larve. — Corps allongé, peu arqué, charnu, blanchâtre, lisse et luisant, glabre, sans plis transverses, convexe en dessus, peu déprimé en dessous, arrondi vers les deux extrémités.

Tête petite, lisse, arrondie, peu convexe, à bord antérieur déprimé, ligne médiane bifurquée en deux traits aboutissant à la base antennaire; épistome grand, transverse, labre subelliptique frangé de courts cils, mandibules arquées à extrémité noire et tridentée avec molaire à la tranche interne; mâchoires coudées à base large, à lobe à deux branches grêles à bords ciliés, palpes maxillaires allongés, recouvrant les lobes, triarticulés, l'article basilaire court, globuleux, le deuxième plus allongé, le troisième conique, menton allongé, lèvre trapézoïdale, palpes biarticulés à article terminal conique, languette saillante; antennes triarticulées, l'article basilaire court,

fixe, le médian réduit, arrondi, le terminal allongé, fusiforme ; ocelles sans traces ni vestiges.

Segments thoraciques fortement convexes, transverses, glabres, lisses et luisants, le premier garni sur ses flancs d'une plaque ovalaire cornée, lisse, à pourtour strié, en dessous sont deux mamelons charnus à pointe mousse.

Segments abdominaux, forme et composition des précédents, sans incisions transverses, excepté au segment anal lequel est divisé en deux parties, la postérieure formant sac avec cloaque transverse.

Pattes, les deux premières paires bien développées, hanches massives, trochanters réduits, cuisses fortes, jambes allongées, arquées, prolongées par un tarse en forme d'onglet aigu ; la troisième paire courte, rudimentaire.

Stigmates petits, réniformes, à péritrème écailleux, la première paire au bord postérieur du premier segment thoracique, les suivantes sur les flancs des huit premiers segments abdominaux.

Lorsque la larve est arrivée au terme de son complet développement, dans le lieu même où elle a vécu, elle se façonne une loge oblongue dans laquelle a lieu sa transformation en nymphe enveloppée dans une peau transparente, à tête affaissée, à extrémité postérieure légèrement arquée ; durant son existence larvaire, elle vit sous les écorces décomposées et humides qu'elle ronge au moyen de ses fortes mandibules ; par leur genre de vie, les larves des Passales sont intimement liées à celles de nos Pectinicornes qui vivent aussi des bois humides et en partie désagrégés.

Nymphe. Corps allongé, subdéprimé, glabre ; image de l'adulte, elle ne présente pas de particularités dignes de remarque ; les segments abdominaux sont fortement déprimés et sillonnés ; la troisième paire de pattes est normalement développée ; les stigmates sont plus grands que chez la larve.

Adulte. On le trouve sous les écorces et dans l'intérieur des troncs d'arbre en décomposition.

Les *Passales* constituent un groupe de *Lucaniens* exotiques comprenant des insectes de grande et de moyenne taille, de couleur d'un noir brillant, quelquefois d'un brun marron, à corps déprimé, à élytres sillonnées : ils sont particuliers à l'Amérique ; leurs grosses espèces ne volent presque jamais, mais les petites voltigent, au crépuscule, autour des lieux qui les virent naître ; quand on les prend ils dégorgent de leur bouche un liquide caustique qui recouvre leur corps.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS 588

Caractères généraux.

Larves 589
Mœurs, habitudes, transformation 592
Nymphes 596
Nymphose, transformation. 597
Adultes. 598
Mœurs, habitudes 598

Description des espèces.

Lucanus cervus
Larve. 602
Œuf 604
Dorcus parallelipipedus.
Larve. 604
Nymphe 605
Œuf 606
Platycerus caraboïdes.
Larve. 606
Œsalus scarabeoïdes.
Larve. 608
Ceruchus taraudus.
Larve. 609
Nymphe 610
Sinodendron cylindricum.
Larve 611

Passales.

Larve. 612
Nymphe. 613

M. le Dr L. BORDAS

Docteur ès Sciences, à Marseille.

RECHERCHES SUR LES GLANDES VENIMEUSES OU GLANDES DES CHÉLICÈRES DU *LATRODECTUS 13-GUTTATUS* ROSSI OU MALMIGNATTE [591.44:595.7]

— *Séance du 10 septembre* —

Les *Latrodectes* sont placés par M. Edmond Perrier dans l'ordre des *Araneæ*, sous-ordre des *Araneæ veræ* et famille des *Theridiidæ* (V. *Traité de Zoologie*, p. 1111). Ils sont caractérisés par des yeux disposés sur deux lignes parallèles, par un céphalo-thorax séparé de l'abdomen et des chélicères terminés par un crochet simple et perforé à son sommet (1).

Les *glandes venimeuses* ou glandes des Chélicères n'ont encore été, chez les *Latrodectus 13-guttatus* Rossi, l'objet d'aucune recherche anatomique ou histologique. Dugès et Blanchard ont décrit, chez la Mygale et la Ségestrie, des glandes sacciformes, fixées à la région dorsale du céphalo-thorax par un mince filament de tissu conjonctif.

Bertkau, Mac-Leod, Meckel, Siebold, etc., ont décrit également des glandes chez diverses Aranéides. Schimkewitsch a fait l'anatomie de l'Epeire ; C. Vogt et E. Yung consacrent, dans leur Traité d'anatomie pratique, tout un chapitre à l'*Epeira diadema* ; A. Cauro, dans sa thèse (Thèse de médecine, Paris, 1833), a réuni un certain nombre de documents concernant les piqûres de la *Malmignatte* de Corse et exposé quelques moyens curatifs contre les accidents occasionnés par ces piqûres (2).

Nous n'étudierons actuellement que les glandes à venin qui viennent déboucher à l'extrémité des Chélicères (glandes des chélicères), très importantes par leur sécrétion et leur volume, et laisserons de côté les petits groupes glandulaires que nous avons rencontrés dans le rostre.

Les *glandes venimeuses* du Latrodecte sont très volumineuses et présentent la forme de sacs cylindriques, de couleur blanchâtre, parfois droits ou légèrement

(1) Les divers échantillons qui nous ont servi pour cette étude nous ont été fournis par M. A. Giacomaggi, maire de Vero, près Ajaccio et par nos amis J.-B. Orsoni et J. Sampiéri, à qui nous nous empressons d'adresser ici tous nos remerciements.

(2) Dans un Mémoire ultérieur, nous donnerons la bibliographie complète de la question et figurerons, en plusieurs planches, les glandes à venin du *Latrodectus*, ainsi que leur structure histologique. Nous exposerons ensuite les expériences physiologiques que nous avons faites au sujet de la piqûre de cette araignée.

recourbés vers la face dorsale du céphalo-thorax. Leur volume et leur coloration permettent de les distinguer facilement des organes environnants. Ces glandes, beaucoup plus étendues que celles des autres Araignées, atteignent près de 3 millimètres et demi de longueur, depuis leur extrémité postérieure jusqu'à leur pénétration à la base des chélicères.

La forme extérieure de l'organe est parfois assez variable d'un individu à l'autre. Souvent les deux glandes sont de même longueur ; quelquefois aussi l'une d'elles est plus courte que sa voisine et ne mesure que les deux tiers de la longueur de cette dernière. Elles sont souvent légèrement sinueuses et recourbées à leur extrémité postérieure qui est arrondie ou terminée par une pointe tronconique, laquelle n'est jamais prolongée par un filament de tissu conjonctif.

La coloration des *glandes venimeuses* (gl. des chélicères) est d'un blanc mat ; leurs parois musculaires sont transparentes, épaisses et formées de fibres à direction presque longitudinale ou légèrement spiralée. L'enroulement en spirale est beaucoup moins accusé ici que chez certaines araignées, les Epéires entre autres.

Les deux glandes cheminent parallèlement et ne sont séparées que par un étroit espace rempli par des faisceaux musculaires aplatis, des fibres nerveuses et un vaisseau sanguin. Le diamètre de chaque organe est à peu près uniforme et mesure de $0^{mm},4$ à $0^{mm},6$. Il est difficile de constater un véritable réservoir à venin et la cavité glandulaire doit, sans doute, en tenir lieu. Pourtant, vers la partie antérieure, en avant des chélicères, le diamètre s'élargit un peu et la glande forme une sorte de dilatation fusiforme dont la structure histologique ne présente rien de particulier.

La forme extérieure de la glande change presque brusquement au moment de sa pénétration dans l'intérieur du chélicère. Son diamètre diminue à peu près du quart et ses parois deviennent très minces. C'est cette seconde partie qu'on peut désigner sous le nom de *canal excréteur*. Ce dernier traverse l'article basilaire un peu excentriquement et est entouré de nombreux faisceaux musculaires qui s'insèrent, d'une part, à l'extrémité antérieure du céphalo-thorax et, de l'autre, un peu en arrière de l'articulation de la pince. Le canal devient de plus en plus filiforme, penètre dans le crochet et ne s'arrête que vers son tiers antérieur. Le venin suit ensuite un petit canalicule creusé dans l'axe recourbé de la pince et sort, à l'extérieur, par un petit orifice terminal de forme ovale.

Les *Chélicères* sont remarquables par leur forme et leur structure. Ils comprennent deux parties articulées : l'article basilaire et le crochet ou pince. Le premier est long, chitineux, jaunâtre et présente la forme d'un tronc de pyramide quadrangulaire. Sa face supérieure est légèrement convexe. La pince est arquée et affecte l'apparence d'un bec de perroquet. Quand les deux chélicères sont au repos, les extrémités des pinces viennent en contact et décrivent un demi-cercle. La base de chaque crochet est large, épaisse et chitineuse ; son bord externe est régulier et recourbé, tandis que l'interne porte, sur ses deux tiers postérieurs, un série de denticulations (de 16 à 18), courtes et arrondies, qui disparaissent complètement vers le tiers antérieur de l'article.

Le crochet est creusé d'un canalicule axial. Il présente, à son extrémité, un petit orifice ovale et est mobile sur l'article basal, suivant un plan horizontal.

STRUCTURE HISTOLOGIQUE

L'étude histologique des glandes à venin de quelques Araignées a été faite successivement par H. Meckel, Siebold, Leydig et surtout par Mac-Leod et Schimkewitsch.

L'organe venimeux du *Latrodectus 13-guttatus* présente une structure assez caractéristique, à peu près uniforme dans la région glandulaire proprement dite, mais variant d'une façon très sensible, dans la partie du canal excréteur située dans le segment basal des chélicères.

Une section faite perpendiculairement à l'axe, dans la région moyenne du sac glandulaire, présente à considérer quatre assises qui sont, en allant de dehors en dedans : 1° une mince membrane péritonéale ou membrane enveloppante, de nature conjonctive, qui envoie entre les faisceaux musculaires sous-jacents de fines lamelles ou prolongements destinés à leur servir de cloisons séparatrices ; 2° un puissante couche musculaire formée par de gros faisceaux à direction presque rectiligne ou légèrement spiralée ; 3° une membrane basilaire ou de support, et enfin 4° une épaisse assise épithéliale formée par de hautes cellules cylindriques glandulaires.

Le *canal excréteur* comprend les mêmes couches, avec cette différence que la musculature est circulaire et que l'épithélium est aplati et constitué par de larges cellules cubiques, à gros noyau.

La glande ne présente aucune trace de réservoir collecteur proprement dit, et le produit de sécrétion est réuni dans la cavité de l'organe, d'où il est poussé au dehors par la brusque contraction de son épaisse musculature.

SÉCRÉTION ET PIQURE

Le venin est sécrété en abondance et sa coloration est d'un blanc mat. Quand on plonge brusquement un *Latrodectus* dans l'eau ou l'alcool à 70°, on voit le venin s'échapper par l'orifice de l'extrémité du chélicère et former, vers la région antéro-inférieure du céphalo-thorax, un massif gluant et blanchâtre.

Les Latrodectes sont très communs en Corse, en Sicile, en Sardaigne, en Crète, etc..., où ils produisent des piqûres non mortelles comme on le croit communément, mais parfois assez graves. Cauro assure que ces piqûres offrent à peu près les mêmes caractères que les morsures de vipères, avec cependant beaucoup moins d'intensité dans leur action. Il a constaté que plusieurs personnes piquées par les Malmignattes ont succombé. L'auteur est cependant porté à attribuer ces cas de mort au « traitement intensif plutôt qu'à la morsure ». Boccone et Keisler affirment que ces piqûres occasionnent de très vives douleurs et amènent une sorte de léthargie. D'après Abbot, les Latrodectes américains sont très redoutés et fort venimeux. Graells, Lambotte, etc., ont rapporté des observations d'hommes et d'animaux rendus gravement malades par suite de piqûres de Malmignattes.

De nombreuses observations, faites en juillet et août 1901, sur des insectes et sur nous-même, nous ont amené à formuler les conclusions suivantes :

1° Les piqûres du *Latrodectus 13-guttatus* ne sont nullement mortelles pour l'homme et les gros animaux.

2° Effectuées sur des insectes : Mouches, Staphylins, Carabes, Grillons, Dectiques et Locustes, elles produisent une sorte de paralysie suivie de mort à bref délai.

3° Des piqûres faites sur nous-même, par des Malmignattes, à l'éminence thénar et à la face inférieure du poignet, n'ont produit qu'une légère zone inflammatoire, suivie d'un petit gonflement rougeâtre accompagné d'une forte démangeaison et de phénomènes locaux sans caractère de gravité. Le tout a complètement disparu au bout de quelques jours, sans aucun traitement.

M. Arnould LOCARD

Ingénieur des arts et manufactures, à Lyon

OBSERVATIONS SUR LES MOLLUSQUES TESTACÉS MARINS DES COTES DE CORSE

[594.6 : 45.9]

— *Séance du 10 septembre* —

Une étude récente et suffisamment détaillée de la faune malacologique marine des côtes de Corse nous a conduit à signaler plusieurs faits particuliers qui nous ont paru dignes d'intérêt et que nous nous proposons de consigner dans cette notice.

Cette faune, telle que nous l'avons décrite (1), comporte un total de 720 espèces, sans compter, pour la plupart d'entre elles, un nombre plus ou moins grand de variétés bien définies. Elle comprend : 7 Ptéropodes chassés du large, 485 Gastropodes, 5 Scaphopodes, 223 Lamellibranches ; à cet ensemble il convient de rattacher 11 Brachiopodes. Elle provient de presque toutes les parties du littoral explorées avec soin par plusieurs naturalistes, et de dragages atteignant jusqu'à une centaine de mètres de profondeur environ. Il y aura lieu sans doute d'ajouter encore à ce nombre quatre ou cinq espèces de *Cyprœidæ* du genre *Monetaria*, que nous n'avons signalé que pour mémoire, car, jusqu'à présent, on n'avait indiqué la présence, dans différentes stations de l'île, que de la coquille seule, sans l'animal. Mais, depuis lors, M. Paul Bérenguier ayant dragué dans le golfe de Saint-Tropez un spécimen de ce genre avec son animal, en partie décomposé il

(1) Arnould Locard et Eugène Caziot. *Les coquilles marines des côtes de Corse.* Paris, Baillière et fils, 1900, 1 vol. gr. in-8°, 297 p.

est vrai, nous ne doutons pas que ces formes réputées comme exclusivement africaines, ne prennent droit de cité dans les différentes stations de la Méditerranée ou leur coquille seule avait été signalée.

Considérée dans son ensemble, cette faune présente une analogie indéniable avec la faune française, et plus particulièrement avec la faune des côtes de Provence et du golfe de Gênes, depuis Marseille jusqu'à Livourne. En effet, à part un très petit nombre d'espèces, comme les *Pleurotoma Balteatum* Beck., *Clathurella erronea* Mtr., *Ocinebra Nicolai* Mtr., *Pseudomurex laceratus* Desh., *Ps. Babelis* Req., *Pollia Gaillardoti* Put., *Cerithium compositum* Mtr., *C. Payraudeaui* Loc., *Natica flammulata* Req., *Xenophora mediterranea* Tib., *Janthina Payraudeaui* Loc., *Solarium fallaciosum* Tib., *Zizyphinus unidentatus* Phil., *Cypricardia Guerini* Payr., *Ostrea Cyrnusi* Payr., *O. Payraudeaui* Loc., qui n'ont pas encore été observés sur les côtes de France, mais que l'on retrouve soit en Italie, soit en Sicile, toutes les autres espèces vivent actuellement sur les côtes de Provence. La Corse, à ce nouveau point de vue est donc bien véritablement une île française. A la vérité, Payraudeau en 1826 (1) et Requien en 1848 (2) ont relevé dans leurs ouvrages un grand nombre d'espèces nouvelles pour la faune Corse ; mais, depuis la publication de leurs écrits, toutes ces espèces ont été retrouvées en France ou dans d'autres pays. La faune malacologique marine absolument autochtone est donc sensiblement nulle, car elle paraît réduite à trois espèces seulement, le *Cerithium Payraudeaui* qui n'est en réalité qu'une mutation spécifique des nombreux Cérithes de la faune littorale, l'*Ostrea Payraudeaui* et l'*O. Cyrnusi*, formes très anciennes devenues locales aujourd'hui, et dont nous aurons à parler plus loin.

Par les chiffres que nous venons de relever, on voit combien notre faune insulaire est riche et variée. Or, les faunes des îles sont, en général, d'autant plus pauvres qu'elles s'éloignent davantage des continents, surtout si leur faune est autochtone. Tel n'est pas le cas de la Corse. En outre, il est peu de pays dont l'allure côtière, sans tenir compte des données pétrographiques, soit aussi mouvementée, et qui partant se prête mieux au développement des diverses formes malacologiques. Sur la côte orientale, aux bords rocheux et profondément escarpés du cap Corse, succède, sur une vaste étendue, depuis la vallée du Bivinco jusqu'à l'embouchure de la Solenzara, une longue plage d'atterrissement au milieu de laquelle s'étale une succession d'étangs saumâtres ; ils correspondent à d'anciens golfes que la mer à bouchés peu à peu à l'aide de dunes peu élevées, et communiquent encore avec elle par d'étroits goulets ; trois d'entre eux ont une superficie de plusieurs hectares ; mais si le fond des

(1) PAYRAUDEAU. *Catalogue descriptif et méthodique des annélides et des mollusques de l'île de Corse.* Paris, 1826, 1 vol. in-8°, 218 p. et 8 pl.

(2) REQUIEN. *Catalogue des coquilles de l'île de Corse.* Avignon, 1848, 1 vol. in-8°, 111 p.

étangs d'Urbino et de Diaṅs s'étale entre 12 et 14 mètres de profondeur, celui de Biguglia ne semble pas dépasser $1^{m},50$ en moyenne. Plus au sud, au voisinage de Bonifacio, le rivage déjà plus mouvementé est constitué par de véritables criques étroites, encadrées de hautes falaises abruptes. Sur la côte occidentale, le relief se modifie encore ; les bords sont plus profondément découpés ; nous y rencontrons de vrais golfes, comme ceux de Ventilegne, de Valinco, d'Ajaccio, de Sagone, de Porto, de Calvi, de Saint-Florent ; des anses ou criques d'un accès souvent difficile, succèdent aux petites plages ou calanques, où viennent atterrir les débris de toute sortes arrachés par les flots aux bords et aux fonds voisins. Si ces plages sont logées à l'embouchure de quelques cours d'eau descendant de la montagne, le sol sera constitué par un mélange de cailloux, de graviers et de sables charriés par la rivière, repris par la mer, triturés et désagrégés à la longue. Suivant leurs affinités particulières pour tel ou tel milieu, les Mollusques arenicoles viendront s'établir dans ces sables, tandis que d'autres espèces plus particulièrement saxicoles se fixeront aux parois des rochers avoisinants. Mais vienne une série de gros temps, et la plage se couvrira bientôt de fucus et de varechs apportés par la vague, entrainant avec eux d'autres coquilles provenant de plus grandes profondeurs et vivant dans ces vastes prairies sous-marines. Quant aux espèces cantonnées dans les fonds coralligènes, c'est surtout la drague qui se chargera de nous les faire connaître (1). Comme on le voit, la nature elle-même s'est donc admirablement prêtée au développement et à la multiplicité des formes malacologiques de l'île.

Cette faune, quel que soit le point où on l'observe, présente une particularité bien digne de remarque. A côté des formes absolument normales, identiques à celles que nous observons sur le continent, on est frappé de la quantité de formes ou variétés *minor* que l'on observe en Corse chez un très grand nombre d'espèces. Ajoutons, en outre, que ces variétés *minor* s'appliquent à une bien plus grande quantité d'espèces vivant sur les côtes de l'île que sur le continent, que, d'autre part, elles paraissent représentées par un bien plus grand nombre de sujets. Cette particularité nouvelle demande quelques explications que nous allons essayer de donner.

Il est aujourd'hui bien reconnu qu'en thèse générale, et cela aussi bien pour les animaux que pour les végétaux, les espèces qui vivent dans une île ont une tendance à être plus petites que les espèces similaires du continent le plus voisin. Nombre d'exemples qu'il nous paraît bien inutile de rappeler ici, en ont déjà été donnés. Mais la justification d'un semblable état de choses ne nous semble pas avoir été jusqu'à présent bien nettement établie. En outre, si pareil fait tend à se généraliser pour les formes vivant

(1) A. Locard et E. Caziot. *Loc. cit.*, p. 8.

à l'état libre à la surface du sol ou dans les eaux douces, il est assez singulier de retrouver la même loi lorsqu'il s'agit de la faune marine vivant en profondeur dans un milieu aussi constant que celui des eaux qui baignent les côtes de Corse et de Provence.

Deux causes principales nous semblent militer en faveur de cette sorte de dégénérescence de la faune locale. La première peut être attribuée à la nature des milieux, ou mieux à la constitution pétrographique des fonds. En effet, on sait qu'en général les Mollusques testacés habitent toujours de préférence sur des sols calcaires où ils peuvent puiser plus facilement les éléments constitutifs de leur enveloppe (1). Une faune malacologique qui vit dans des milieux silicieux, qu'elle soit terrestre ou aquatique, est toujours plus pauvre sur des roches primitives, granites, porphyres, micaschistes, gneiss, etc., que sur des formations purement calcaires. Ces deux natures pétrographiques alternent suivant les stations, mais avec une prédominance marquée en faveur des roches primitives. Si nous suivons les contours périphériques de l'île, nous voyons que la côte occidentale et méridionale si particulièrement découpée, depuis le nord de l'Ile-Rousse jusqu'au nord de Porto-Vecchio, est constitué presque entièrement de masses granitiques traversées par de nombreux filons euritiques parfois considérables ; la côte septentrionale et orientale, d'allure plus simple et plus régulière, ne présente que des calcaires alternant avec des schistes et des grès talqueux ou des serpentines, le tout sur une étendue égale à un peu plus du tiers du contour total de la côte ; les trois groupes tertiaires de Casabianda à l'est, de Santa-Manza au sud et de Saint-Florent au nord-ouest, ne présentent ensemble qu'une étendue à peine égale au neuvième de la périphérie totale. Ce sont surtout ces milieux tertiaires ou miocéniques qui sont les plus riches en calcaires et conviennent le mieux au développement des Mollusques testacés. Il s'ensuit donc que, d'une façon générale, sans faire intervenir l'action dispersive des courants littoraux qui tendent journellement à modifier l'allure normale des faunules locales, c'est sur une étendue relativement très restreinte que nos Mollusques trouveront en abondance tous les éléments nécessaires pour se bien développer, alors que ces mêmes éléments feront en partie défaut sur le reste du littoral.

Il importe cependant de bien noter que cette règle n'est pas tout à fait absolue. En effet, il existe un certain nombre d'espèces relativement peu nombreuses, qui peuvent vivre en même temps sur des roches neptuniennes ou plutoniennes. Mais alors, ces formes présentent très souvent, lorsqu'elles élisent domicile sur ces derniers milieux, soit une diminution notable dans la taille, soit un amincissement du test au point de le rendre

(1) A. LOCARD, 1892. *L'influence des milieux sur le développement des Mollusques*, p. 90.

parfois transparent. Faut-il rappeler les *Bulimus detritus* de l'Auvergne, les *Helix aspersa*, *hortensis*, *arbustorum*, *etc.*, de certaines stations des Alpes ou des Vosges, les Lamellibranches des ruisseaux qui descendent du plateau central, etc.? A part une diminution dans la taille, nous n'avons jamais rien observé de semblable dans la faune marine corse ; partout, espèces ou variétés *minor* offrent un test très sensiblement de même allure, de même épaisseur, quel que soit le point où on les récolte. Il convient donc de compléter ces premières remarques par d'autres considérations.

En zootechnie, une race donnée ira toujours en s'améliorant, tant que l'on aura soin, à l'aide d'une sélection intelligente, d'en choisir convenablement les éléments destinés à sa reproduction. Il n'en est plus de même dans la nature, alors que les êtres abandonnés à eux-même se reproduisent suivant leurs caprices.

La faune malacologique Corse, une fois constituée, s'est trouvée, par la force même des choses et comme nous allons l'établir, pour ainsi dire abandonnée à ses seules ressources. Tous ses êtres se sont alors reproduits uniquement entre eux, sans qu'il y ait jamais eu le moindre renouvellement dans ses éléments reproducteurs par suite de l'intervention d'apports nouveaux et étrangers, comme cela peut avoir lieu sur le continent. Or, des animaux qui se reproduisent toujours entre eux, sans sélection préalable, finissent incontestablement par s'user, par s'abâtardir à la longue. Il suffit, en effet, de la présence d'un sujet éprouvant une dégénérescence individuelle et accidentelle, pour qu'il transmette sa propre tare, par la reproduction, à toute une série de générations. La faune des îles toujours livrée à ses exclusives ressources, peut donc finir par se modifier s'atrophier et, présenter, dans ces conditions, des formes de taille moindre que le type normal, qui acquerront avec le temps un degré de fixité suffisante pour constituer des variétés *minor* bien définies.

Nous ne saurions faire intervenir, pour expliquer cette diminution de taille chez certaines de nos espèces malacologiques, un manque de nourriture, comme on serait porté à le croire en poussant à l'extrême le raisonnement que nous venons de faire. Si certains Poissons et Crustacés comestibles, à force d'être pourchassés par les pêcheurs locaux ou même étrangers, dans les environs de Bastia ou d'Ajaccio, par exemple, commencent à y être déjà notablement plus rares qu'autrefois, il subsiste encore néanmoins dans ces mêmes eaux une quantité bien suffisante d'animalcules de toutes sortes, pour parfaire à l'alimentation d'une faune malacologique carnivore infiniment plus populeuse que celle que nous avons pu observer. Quant aux Mollusques herbivores, ils peuvent toujours trouver, dans les vastes prairies sous-marines si largement développées sur certains points des abords de l'île, tous les éléments nécessaires pour pourvoir à leur nourriture, en même temps qu'un abri propice à leur développement.

Une autre particularité assez singulière, c'est la tendance marquée que présente la coquille de la plupart des Mollusques marins des environs de Bastia, à affecter une coloration plus particulièrement brune ou d'un roux plus ou moins foncé. Nous ne saurions en trouver d'autre explication que dans ce fait que, durant de longues années, les forges et hauts fourneaux de l'usine de Toga, sise à deux kilomètres au nord de la ville, ont déversé dans la mer les laitiers de leur quatre hauts fourneaux et les scories de leurs six ou huit feux d'affinerie. Les éléments ferrugineux renfermés dans ces produits ont, à la longue, influencé le mode de coloration de l'enveloppe testacée des Mollusques, tout comme la cochenille que Flourens administrait jadis à ses animaux donnait à leurs os une coloration rose bien accusée.

Mais à quelle époque cette faune Corse a-t-elle ainsi pris naissance? Sa similitude si manifeste avec la faune continentale voisine et pourtant très suffisamment distante, comme l'absence presque complète d'espèces véritablement autochtones, sont, pour nous, une preuve bien certaine qu'à un moment donné elle a dû se confondre avec la faune continentale voisine. Pourtant, aujourd'hui, il ne saurait y avoir le moindre point de contact avec cette même faune. Malgré la distance qui les sépare, avec le temps et des courants favorables, pareil espace pourrait être franchi par la plupart de nos Mollusques, à la condition expresse que l'allure des fonds n'y mette pas obstacle; la faune du cercle polaire arctique ne s'étend-elle pas jusque dans le golfe de Gascogne, et même sur les côtes du Sahara et de la Floride (1) ? Mais, dans le cas qui nous occupe, il est deux éléments importants qui s'opposent actuellement à tout rapprochement malacologique entre la Corse et le continent : la profondeur des eaux ou étendue bathymétrique et la nature même de ces grands fonds.

Une distance de 80 kilomètres seulement sépare le cap Corse du cap de Piombino en Italie ; mais entre l'île d'Elbe et la Corse, à une quinzaine de kilomètres de Bastia, s'étend une longue vallée de 10 à 15 kilomètres de large, et dont la profondeur varie entre 500 et 1.000 mètres au-dessous du niveau de la mer ; un peu plus au sud, au large d'Aléria, apparaissent, sur une bien plus large étendue, des fonds de 1.000 à 2.000 mètres.

Au nord-ouest et à l'ouest, la côte Corse plonge encore plus rapidement, et entre l'Ile-Rousse ou Ajaccio, et Villefranche ou Marseille, s'étalent à 25 kilomètres au large des fonds de 2.000 à 2:600 mètres. Au nord-est, les moindres fonds entre le cap Corse et Livourne ont encore de 200 à 300 mètres. Or, s'il existe, ainsi que nous l'avons établi (2), un certain nombre d'espèces malacologiques polybathiques susceptibles de vivre

(1) A. LOCARD, 1898. *Expédition du « Travailleur » et du « Talisman », Mollusques*, t. II, p. 454.

(2) A. LOCARD, 1898. *Comptes rendus Acad. sciences*, t. CXXVI, p. 275. — *Exp. Trav. et Tal., Moll.*, t. II, p. 458.

impunément à des profondeurs variant de plus de 2.000 mètres, il n'en est pas moins certain que toute une faune comme celle qui vit dans les mers de Corse ne saurait se prêter impunément à un tel *modus vivendi*.

D'autre part, comme l'ont démontré les dragages exécutés à bord du *Travailleur* durant sa campagne d'exploration de 1881 (1), les fonds du bassin méditerranéen sont comblés par une vase jaunâtre, très fine, d'une nature très uniforme, et qui est peu favorable au développement de la vie, Un dragage entre Villefranche et la Corse par 2.068 mètres de profondeur, ne procura aucun animal ; un second dragage n'amena que des *Nassa semistriata*, *Nucula nitida*, *Xylophaga dorsalis* et divers Foraminifères. « La vase était encore absolument azoïque au large d'Ajaccio par 2.454 mètres, tandis qu'en se rapprochant de la côte Corse, on atteignait des fonds coralligènes par 540 mètres, fonds d'une extrême richesse en Brachiopodes (2). »

La faune malacologique Corse est donc complètement isolée de la faune continentale la plus voisine, la faune franco-italienne, et à plus forte raison des faunes espagnole et africaine. Elle présente de nombreux points d'affinités avec la faune sarde plus immédiatement voisine ; mais cette dernière, par sa situation géographique, est déjà plus franchement méridionale, et présente un faciès plus particulièrement italien ou même africain alors que la faune Corse est plus nettement provençale ou française.

D'autre part, cette faune insulaire n'est pas non plus d'origine bien ancienne. En effet, si le sol accidenté de la Corse nous démontre par quelles séries de vicissitudes son paysage a dû passer avant d'épouser son dernier relief, nous pouvons du moins rétablir avec une certaine précision qu'elle était son allure avant la période actuelle. Ainsi que l'a récemment démontré M. le professeur Depéret (3), à l'époque pliocène, une longue péninsule devait se détacher de la Provence en déviant vers l'est, à peu près parallèlement à la déviation actuelle de l'Italie. Cette péninsule englobait la Corse à peu près tout entière, plus la moitié orientale de la Sardaigne, s'étendant au sud plus ou moins loin dans la direction de la Sicile. A l'ouest, la mer pliocène s'étalait au large de la côte occidentale corse, tandis qu'à l'est elle venait affleurer la côte orientale vers l'étang de Diane, passant entre le cap Corse et l'île d'Elbe, pour se recourber profondément au nord dans le golfe de Gênes jusqu'à Cannes et Fréjus, constituant ainsi une sorte d'Adriatique franco-italienne. Dans cette dernière mer, l'archipel tyrrhénien actuel devait constituer un îlot d'une certaine

(1) A. MILNE-EDWARDS. *Les explorations sous-marines du Travailleur dans l'Océan Atlantique et dans la Méditerranée en 1880 ot 1881*, in *Bull. Soc. Géogr.*, 1er trim. 1892 (tir. à part. p. 32).

(2) A.-F. MARION. *Considération sur la faune profonde de la Méditerranée*, in *Ann. Mus. Marseille*, t. I, 1883, 2e mém., p. 48.

(3) Charles DEPÉRET, 1898. *Étude sur quelques gisements nouveaux de Vertébrés pleistocènes de l'île de Corse*, in *Ann. Soc. Linnéenne de Lyon*, t. XLIV, p. 126.

étendue. Mais, si l'île d'Elbe, comme l'a établi M. Forsith-Major (1), a communiqué avec le continent italien, durant l'époque pléistocène, ces îles, depuis la période pliocène, ont toujours été séparées de la péninsule franco-sarde.

Il existait donc, à l'époque pliocène, entre la Corse et le continent français, un trait d'union qui a permis à la faune terrestre de s'établir et de se développer normalement dans toute son étendue (2), tandis que la faune marine se propageait sur ses bords. Plus tard, les dernières convulsions du sol ont rompu cet équilibre en isolant la Corse, et en créant tout autour d'elles de larges et profondes vallées; les apports incessants des cours d'eau ont déposé dans leurs fonds ces vases si particulièrement azoïques au sein desquelles aucune faune malacologique ne saurait se développer. Si la faune terrestre et des eaux douces, sous l'influence de milieux nouveaux, a pu se modifier au point de donner naissance à des espèces nouvelles, du moins la faune marine vivant dans un milieu infiniment plus fixe (3) est, au contraire, toujours restée sensiblement semblable à lui-même, conservant ses caractères d'affinités si manifestes avec la faune similaire de la mère-patrie.

Les corrélations entre la faune marine actuelle de la Corse et la faune continentale française s'étendent encore à d'autres formes aujourd'hui disparues. Esprit Requien (4) avait signalé, dans les formations quaternaires de l'étang de Diane, une espèce très caractéristique, le *Tapes Dianæ*, dont on ne retrouve plus que des vestiges fossiles. Tout récemment, nous avons reconnu cette même forme dans un lot de fossiles du même âge, provenant des sables quaternaires de l'étang de Capestang, dans l'Hérault, qui nous avait été adressé par M. Jean Miquel (5).

Dans la faune plus ancienne du miocène des bassins de Casabianda, de Santa-Manza et de Saint-Florent, sur une liste de 163 espèces de Mollusques Gastropodes et Lamellibranches, nous avons signalé (6) une vingtaine d'espèces vivant encore actuellement dans la Méditerranée, en Corse ou sur les côtes du continent. Parmi ces formes fossiles, il en est une plus particulièrement intéressante par son grand âge comme par sa dispersion géographique; nous voulons parler de l'*Ostrea Boblayei* de Deshayes, ou *O. Cyrnusi* de Payraudeau. Il est aujourd'hui bien démon-

(1) FORSITH-MAJOR, 1882. *L'origine della fauna delle nostre isole,* in Proc. verb. soc. Toscana sc. nat. t. III, p. 117.

(2) C. FISCHER, 1856. *De l'influence des îles sur les espèces,* in *Journ. conch..,* v., p. 77.

(3) A. LOCARD, 1892. *L'influence des milieux sur le développement des Mollusques.* Lyon, p. 135.

(4) *Cytherea Dianæ,* Req., 1848. *Coq. Corse,* p. 23. — *Tapes Dianæ,* Loc., 1877. *Desc. terr. tert. Corse,* p. 190, pl. VII, fig. 1-3.

(5) A. LOCARD, 1899. *Faunule malacologique des sables quaternaires de l'étang de Capestang (Hérault),* in *Soc. sc. nat. Béziers,* t. XXII (tir. à part), p. 13.

(6) A. LOCARD, 1877. *Description de la faune des terrains tertiaires moyens de la Corse.* Paris-Genève p. 357.

tré (1) que l'espèce fossile décrite par Deshayes en 1832 sous le nom d'*O. Boblayei* (2) et que l'on rencontre dans les formations du miocène inférieur de la vallée du Rhône, de la Suisse, de la Morée, du bassin de Vienne en Autriche, et probablement jusque dans l'Arménie russe, etc., est absolument la même que celle décrite par Payraudeau dès 1826 sous le nom d'*O. Cyrnusi* (3), laquelle vit encore de nos jours cantonnée dans l'étang de Diane en Corse. Comme l'a signalé le baron Aucapitaine (4), on peut observer, dans un îlot situé dans l'étang même, des débris fossiles de cette huître fort ancienne recouverts par des huîtres d'âges moindres, se perpétuant jusqu'à l'époque actuelle ; toutes ces formes, ainsi que nous avons pu nous en assurer, sont absolument les mêmes, non seulement comme type, mais même encore comme variétés. Cette huître miocène fut plus tard, paraît-il, fort appréciée des dégustateurs du temps des Romains, et, de nos jours, elle est encore fort prisée des amateurs. Mais comme la dénomination spécifique proposée par Payraudeau est de beaucoup la plus ancienne, le nom d'*O. Cyrnusi* doit seul subsister pour la coquille vivante ou fossile, tandis que celui d'*O. Boblayei* doit désormais passer en synonymie.

M. Georges-P. VODOZ

OBSERVATIONS SUR LA FAUNE DES COLÉOPTÈRES DE LA CORSE

[595.76 : 45.9]

— Séance du 11 septembre —

I. — Introduction. Court aperçu de la géologie, de la flore et du climat de la Corse.

Dans ses études comparées des Hyménoptères de la Corse et des autres contrées méditerranéennes, notre savant collègue, M. Ferton, est déjà arrivé à deux conclusions intéressantes, qui ont été communiquées au Congrès annuel de la Société entomologique de France, le 27 février 1901 (5).

(1) Bucquoy, Dautzenberg et Dollfus, 1885. *Mollusques du Roussillon,* t. II, p. 13, pl. III, fig. 1-5. — Loc. et Caz., 1900. *Coq. mor. Corse,* p. 271.

(2) *Ostrea Boblayei,* Desh., 1832. *Exp. sc. Morée,* p. 122, pl. XXIII, fig. 6-7.

(3) *Ostrea Cyrnusi,* Payr., 1826. *Moll. Corse,* p. 79, pl. III, fig. 1 *(tantum).* — *O. lamellosa* (Brocc.), *var. obtusa,* Req., 1848. *Coq. Corse,* p. 32. — *O. cornucopiae,* Req., *Loc. cit.,* p. 33 (*non* Linné). — *O. Cyrnusi,* Loc. et Caz., 1900. *Loc. cit.,* p. 270.

(4) M. Aucapitaine, 1862. *Notice sur un dépôt d'Huitres dans l'étang de Diane,* in *Bull. soc. géol. France,* 2e sér., t. XX, p. 57. — 1863. *Formation huitrière dans l'étang de Diane,* in *Journ. conch.,* XI, p. 389.

(5) Ch. Ferton. Description de l'*Osmia corsica* n. sp. et observations sur la faune corse (Hymén). *(Bull. soc. entom. de Fr.,* n° 4, 1901.)

L'absence de la faune alpine en Corse lui fait supposer que le massif corso-sarde s'est définitivement séparé du continent avant l'époque glaciaire. A l'approche de cette époque, les insectes alpins, obligés de chercher plus au sud les conditions d'existence qui leur étaient nécessaires, n'auraient donc pu immigrer en Corse par le massif des Maures, auquel, d'après M. Depéret, l'île se trouvait encore soudée à l'époque pliocène.

En outre, une liaison relativement récente de l'Afrique du Nord et du massif corso-sarde, lui paraît peu probable. Il considère les quelques Hyménoptères africains que l'on trouve en Corse, mais qui manquent en Provence et en Toscane, comme des restes d'une faune méridionale, répandue sur la côte nord de la Méditerranée avant l'époque glaciaire, et dont quelques espèces, détruites par le froid rigoureux régnant sur le continent, auraient survécu en Corse et Sardaigne, grâce à un climat plus doux.

L'étude de la faune des Coléoptères de l'île, envisagée dans ses détails comme dans son ensemble, et comparée aux faunes des contrées environnantes, nous permet de déduire des conclusions fort intéressantes, qui confirment l'opinion exprimée par M. Ferton sur les relations qui existent entre la composition de la faune et la formation de l'île de Corse.

Qu'il nous soit permis, avant de passer à cette étude, de jeter un coup d'œil rapide sur les facteurs dont dépend en grande partie la composition de toute faune entomologique, c'est-à-dire sur la composition du sol, sur la flore et le climat de l'île (1).

Il est établi, aujourd'hui, que la moitié occidentale, ainsi que le sud de la Corse, se composent dans leur plus grande partie de roches massives granitoïdes, de structure granuleuse ou porphyrique. Les nombreuses et belles variétés de granits, qui, en maint endroit, enclavent des syénites et diorites variés ainsi que des couches de gneiss et de talc, sont de structure granuleuse. Les roches de structure porphyrique (porphyre blanc ou rouge) se rencontrent surtout dans le massif du Monte Cinto, où les montagnes de l'île atteignent la plus grande hauteur (jusqu'à 2.708 mètres).

La limite de ces formations pourrait être marquée par une ligne qui partirait de l'embouchure du Regino, un peu à l'est de l'Ile Rousse, et qui, en se dirigeant presque droit vers le sud, passerait à une petite distance à l'ouest de Castifao, Corte et Serraggio, et un peu à l'est de Ghisoni et du mont Incudine. Arrivée à la source de la Solenzara, cette ligne tournerait brusquement vers l'est, pour rejoindre la côte orientale entre Favone et l'embouchure de la Solenzara,

(1) L'aperçu des conditions géologiques ainsi que de la flore de l'île est en grande partie le résumé d'une conférence, tenue à Vienne, le 14 novembre 1883, par M. le Prof. Dr Kornhuber et publiée en 1884 par la *Société viennoise pour la diffusion des Sciences*. Dans cette intéressante brochure, M. le Prof. Kornhuber cherche à nous montrer l'analogie que présente la faune des mammifères de la Corse avec celle de l'Afrique du Nord. Il nous fait remarquer la dispersion, limitée à la Corse, la Sardaigne et l'Afrique du Nord, du mouflon (*Ovis musimon* Bonap.), du putois (*Mustela Boccamela* Bonap.), du cerf (*Cervus corsicanus* Wagner), et du lièvre (*Lepus mediterraneus* Wagner). Il nous montre encore la ressemblance qui existe entre plusieurs formes corses actuelles et celles du pliocène et des régions subtropicales. C'est ainsi que le cerf corse se rapproche aussi bien de l'espèce du pliocène du Val d'Arno et de l'Auvergne, que de l'Axis du Bengale. Le sanglier corse (*Sus scrofa meridionalis*), rappelle également le *Sus vittatus* des Indes et le *Sus Strozzii* de l'époque pliocène. La faune des amphibies et reptiles de la Corse présente aussi beaucoup plus d'affinités avec les faunes provençale, sicilienne, espagnole et nord-africaine qu'avec celle de la Toscane. (*Euproctus Rusconii, Spelerpes fuscus, Salamandra corsica, Discoglossus pictus, Tropidonotus viperinus, Seps chalcides, Notopholis Fitzingeri, Phyllodactylus europaeus*).

Pour ceux qu'intéresse l'étude de la faune corse, nous recommandons :

Forsyth-Major C. J. « Die Tyrrhenis », dans la revue *Kosmos*, (1883, VII, pag. 104 et suiv.) et *Proc. verb. Soc. Tosc. sc. naturali*, Ann. 1882 ; on trouvera encore du même auteur d'intéressants travaux

Quelques territoires sur la côte occidentale, ainsi que la majeure partie de la moitié orientale de la Corse, se composent de formations sédimentaires, parmi lesquelles les terrains primordiaux sont les plus répandus. Nous y trouvons des schistes silicieux, du gneiss et différentes compositions de talc et de mica, ainsi que des schistes argileux. Ces terrains renferment d'importants dépôts de serpentines qui se rencontrent à partir du Fiumorbo, jusqu'à l'extrémité du cap Corse, sur des espaces de grandeur très variables (1).

Dans plusieurs parties des terrains de formation sédimentaire, ainsi qu'en deux endroits sur la côte occidentale, (sur le versant du Mont Argentella faisant face au golfe de Crovani et dans la contrée de Curzo), on rencontre des terrains carbonifères sous forme de calcaires gris bleuâtres contenant parfois des traces de charbon. Sur ces calcaires foncés, nous trouvons généralement des couches plus ou moins épaisses de grès, sur lesquelles reposent des calcaires divers, oolithiques et compacts, renfermant des débris organiques de l'époque rhétienne. (Ammonites, huîtres, fragments de dents de poissons, traces de phanérogames gymnospermes, etc.)

On observe en outre par-ci, par-là, (surtout près de Saint-Florent), sur ces terrains secondaires, des calcaires compacts gris, dans lesquels on n'a pas encore découvert de fossiles, mais que l'on suppose appartenir au lias.

sur la Corse dans : *Archivio per l'antropologia et l'etnologia,* Vol. X, fasc. 3, « Breccie ossifere et stazione neolitica in Corsica », puis, dans le même volume : « Scoperte paletnologiche in Corsica ».

Pour la géologie et la paléontologie nous signalons en outre :

RAMPASSE : Sur la brèche osseuse des environs de Bastia *(Annales du Muséum d'histoire naturelle* t. X, 1807).

REYNAUD (J.). Mémoire sur la constitution géologique de la Corse (Paris, 1833. *Mém. Soc. géologique,* 1re série, vol. I).

COLLOMB (E.). Notice sur un voyage géologique en Corse, Sardaigne et aux environs de Naples *(Bull. Soc. géol.,* 2e série, t. XI, p. 63, 1854).

M. NICOLI. Note sur des haches et des pointes de flèches trouvées en Corse, etc., *(Journal du moniteur des inventions,* juin 1864, 3e année).

TABARIÉS DE GRANDSAIGNES. Étude géologique sur la Corse *(Bull. Soc. géol.,* t. XXV, 2e série, 1867-1868, p. 74-94 ; avec 1 carte. Pl. I) et, dans le même volume, page 670 :

PERON. Observations sur le terrain tertiaire (Corse).

TABARIÉS DE GRANDSAIGNES. De quelques terrains cristallins, sédimentaires et glaciaires de la Corse. *(Bull. Soc. géol.,* t. XXVI, p. 266. 1868).

LOCARD. Brèches osseuses des environs de Bastia *(Archives du Mus. de Lyon,* 1872).

— Liste des fossiles de Saint-Florent *(Bull. Soc. géol. de France,* 3e série, t. I, 1873).

— Sur la faune des terrains tertiaires moyens de la Corse (in-8°. Paris, 1872, Baillière et fils).

LORTET. Étude sur le *Lagomys corsicanus, (Arch. du Mus. d'hist. nat.* de Lyon. I. 1873).

HOLLANDE. « Géologie de la Corse » *(Ann. des sciences géologiques,* 1877, IX, art. 2, 114 p. Pl. VIII-XII. et : « Terrains sédimentaires de la Corse » (dans *Bull. Soc. géol.,* 3e série, t. IV, p. 431).

FOUQUET. « Remarques sur les roches éruptives de la Corse ». *(Ann. Soc. géol.,* t. IX n° 2. Paris, 1877).

COQUAND. « Note sur la géol. de l'arrondissement de Corte ». *(Bull. Soc. géol.,* 3e série, t. VII, 1879, p. 27-44).

DIEULAFAIT. « Étude sur la zone à *Avicula contorta* et l'infralias ». (Paris, 1870, in-8°, 3 cartes).

— « Existence et développement de la zone à *Avicula contorta* dans l'île de Corse ». *(Comptes rendus de l'Acad. d. Sciences,* t. LXXXI, 1875, p. 506).

— « Serpentines de la Corse, leur âge et leur origine ». *(Comptes rendus Ac. d. Sc.,* t. XCI, 1880, p. 1000-1003.)

REUSCH (H.). « Note sur la géologie de la Corse ». *(Bull. Soc. géol.,* 1882, 3e série, t. IX, p. 56-67).

LOTTI (B.). Ing. « Appunti geologici sulla Corsica ». *(Bollet. comit. geologico d'Italia,* 1883, 2e série, IV, p. 65-73).

PERON (A.). « Description du terrain tertiaire du sud de l'île de Corse.» *(Assoc. franc. pour l'Avanc. des Sc.,* Congrès de Nancy, 1886).

Dr DEPÉRET. « Étude de quelques gisements nouveaux de vertébrés pléistocènes de l'île de Corse ». *(Ann. de la Soc. Linn. de Lyon,* 1897).

FERTON (Ch.). Sur l'histoire de Bonifacio à l'époque néolithique. *(Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux,* t. LIII, 1898) et « Seconde note sur l'histoire de Bonifacio à l'époque néolithique ». *(Act. Soc. Linn. de Bord.* t. LIV, 1899).

(1) C'est dans les dépôts de serpentines qui forment la partie supérieure des vallées d'Alesani et d'Orezza, que se trouve le *vert d'Orezza,* une rare variété d'euphotide.

Des formations plus ou moins importantes de l'éocène, contenant les pétrifications caractéristiques de nummulites, reposent en plusieurs endroits soit sur le lias, soit directement sur les roches massives cristallines. (Sur la côte orientale, entre le ruisseau de Loro et Favone, entre la Solenzara et l'Abatesco, puis à l'est de Corte, de l'endroit où le Vecchio rejoint le Tavignano, jusqu'au Golo, ensuite dans la Balagne et le Nebbio).

En quatre points seulement nous rencontrons des formations du miocène. D'abord sur la côte orientale du golfe de Saint-Florent, sous forme de grès et de calcaires schisteux, blancs ou jaunâtres, pleins de débris d'animaux marins. Ensuite, à Bonifacio, où tout le plateau, haut de 60 à 80 mètres, qui va de la Trinité à Santa-Manza, appartient à la formation de l'époque miocène. Un troisième dépôt de cette époque, très étendu, est la plaine d'Aleria, allant de la Vadina, près de l'étang d'Urbino, jusqu'à l'Alistro, près de Linguizetta. Nous y rencontrons les mêmes calcaires schisteux qu'à Bonifacio et Saint-Florent; mais, dans la partie la plus rapprochée des montagnes, ils sont encore recouverts de couches du pliocène. Sur toute cette zone reposent, soit des terrains de formation quaternaire, soit une couche de sable jaune. Un quatrième dépôt de terrains miocènes se trouve enfin à Valpajola, et forme les collines qui dominent la rive gauche du Golo.

Des terrains quaternaires, formés de diluvium et d'alluvium, s'étendent sur une grande partie de la côte orientale (du Travo à la Vadina et de l'Alistro jusque dans le voisinage de Bastia), ainsi qu'à l'embouchure de la plupart des rivières de quelque importance. — A l'intérieur de l'île nous rencontrons des formations de même nature sur les bords du Golo, au sud de Ponte-Leccia, de même qu'au sud-est de Corte.

Sur les terrains si divers dont nous venons d'indiquer la composition, se développe une végétation dont la richesse et la diversité dépendent beaucoup des conditions climatériques qui varient elles-mêmes avec l'altitude, l'exposition, la nature du sol, etc. L'étude de la flore et celle du climat étant intimement liées, nous ne les séparerons pas.

La Corse se trouve presque au centre de la région occupée par la Flore méditerranéenne, cette région que le danois Schouw désigne comme étant « le royaume des labiées aromatiques et des charmantes coryophyllées ». Il est donc naturel, non seulement que les plantes de ces familles soient très répandues, mais encore que la flore de l'île même présente une grande analogie avec celles de tous les autres domaines de cette vaste région qui s'étend des îles Canaries jusqu'au Caucase occidental.

Les parties cultivées de l'île, qui ne représentent guère plus de $\frac{1}{9}$ de sa surface, sont couvertes d'une végétation étonnamment variée. Dans les plaines de la côte orientale, croissent les céréales les plus diverses, tandis que l'olivier prospère sur les collines et dans presque toutes les vallées ouvertes sur la mer. Les jardins de Bastia, d'Ajaccio et du cap Corse sont remplis d'amandiers, de figuiers, d'abricotiers, de pêchers, de néfliers, de pruniers et de grenadiers qui donnent d'excellents fruits. La vigne est cultivée avec succès jusqu'à une altitude de 600 mètres. Dans les endroits abrités et sur les terrasses exposées au midi, on peut voir d'importantes plantations d'orangers, de mandariniers, de citronniers et de cédratiers. Le mûrier, le caroubier ainsi que le dattier prospèrent également bien, sans cependant que les fruits de ce dernier arrivent à complète maturité. Les terrains cultivés sont très souvent entourés de haies de cactus,

(aussi bien *Opuntia vulgaris* Mill. que *O. Ficus indica* Mill.) et d'agaves (*Agave americana* L.). Le tabac, le cotonnier ainsi que la garance (*Rubia tinctorum* L.) se rencontrent aussi à certains endroits. L'eucalyptus, (*E. globulus* D. C.) planté surtout dans les districts où règne la fièvre, y forme parfois de petites forêts.

Tout ce que nous venons d'énumérer, comme d'ailleurs la plus grande partie des terres cultivées, se trouve dans une zone comprise entre 0 et 500 mètres d'altitude, dont la température moyenne annuelle est d'environ 16° centigrade. Le climat de cette zone est caractérisé par des étés chauds et presque sans pluie, et des hivers doux avec quelques pluies abondantes mais de peu de durée (1). Il va sans dire que l'altitude de 500 mètres indiquée comme sa limite supérieure n'est qu'une moyenne ; dans les endroits bien exposés et abrités elle peut être encore plus élevée, et dans les conditions contraires, il faut l'abaisser. On pourrait aussi désigner cette zone inférieure comme étant celle de la végétation à feuilles persistantes, car elle se distingue par sa richesse en arbres et arbustes toujours verts.

Nous ne citerons que le chêne vert (*Quercus ilex* L.), le laurier (*Laurus nobilis* L.), l'arbousier (*Arbutus unedo* L.), diverses bruyères (*Erica arborea* L., *E. stricta* Donn.), le nerprun (*Rhamnus alaternus* L. *v. Clusii* Willd.), les cistes divers, à fleurs blanches (*Cistus salviæfolius* L., *C. monspeliensis* L.), à fleurs roses ou pourpres (*Cistus incanus* L., *C. corsicus* Lois., *C. albidus* L.), le myrte (*Myrtus communis* L.), le buis (*Buxus sempervivens* L.), les pistachiers, le lentisque et le térébinthe (*Pistacia lentiscus* L., *P. terebinthus* L., *P. vera* L.), les genêts (*Genista corsica* DC., *G. ephedroïdes* DC., *G. scorpius* DC.), et beaucoup d'autres papilionacées. Au bord des ruisseaux, le laurier-rose (*Nerium Oleander* L.), au bord de la mer, les tamaris (*Tamarix africana* Poir.).

Au pied de tous ces arbres et buissons, nous remarquons une quantité de plantes plus basses, aromatiques pour la plupart, comme par exemple : la lavande (*Lavandula Stoechas* L.), le romarin (*Rosm. officinalis* L.), le thym (*Thymus herba barona* Lois.), les menthes (*Mentha Requieni* Benth., *M. insularis* Req.) et plusieurs encore (2).

Toutes ces plantes, les arbousiers, cistes, myrtes, lentisques, chênes verts, bruyères et genêts surtout, composent ce qu'on appelle le maquis, qui couvre une grande partie des contrées non cultivées, formant des fourrés parfois impénétrables, variant de 1 à 2 mètres de haut et même plus, analogues aux taillis des Maures et de l'Esterel, et aux garrigues du Gard.

Les forêts qui couvrent une grande partie des régions basses et moyennes de la Corse constituent un autre genre de végétation. Le pin maritime (*Pinus maritima* Poir.) se rencontre en forêts plutôt clairsemées, du bord de la mer jusqu'à une altitude de 1.000 mètres environ ; il est remplacé peu à peu par le pin corse (*Pinus Laricio* Poir.) qui monte beaucoup plus haut. Près de Piana, Porto-Vecchio, Zonza, etc., se trouvent les forêts les plus importantes de pins maritimes.

(1) Pour la moyenne annuelle des côtes qui est à Ajaccio de 17°,2, la Corse se rapproche de Gibraltar, (17°,3), des Açores (17°,2), de Lagos (17°,4), de Murcie (17°), de Minorque (17°,4), de Palerme (17°,9) de Corfou (17°,8) et peut donc être comparée pour le climat à l'Italie méridionale, au nord de la Grèce [Janina (16°,3), Athènes (18°,5),] ainsi qu'aux contrées parallèles de l'Espagne.

(2) Voici les noms de quelques plantes qui attirent, spécialement au printemps, l'attention de l'entomologiste, soit par leur fréquence, soit par leur riche floraison : *Asphodelus ramosus v. microcarpus* Viv., *Smilax aspera* L., *Phagnalon saxatile* Cass., *Helleborus corsicus* Willd., (=*lividus* Ait.), *Calycotome villosa* Link., *Helichrysum angustifolium* DC., *Ferula nodiflora* L., *Bupleurum fruticosum* L., *Euphorbia dendroides* L., *Salvia horminoides* Pourr., *Melica altissima* L., *Anthyllis Hermanniæ* L.

Le chêne liège (*Quercus suber* L.) est surtout répandu sur la côte orientale quoiqu'on en rencontre des bosquets disséminés dans toute l'île. Le chêne vert (*Quercus ilex* L.), au contraire, est plus fréquent dans la partie occidentale de l'île, où il forme parfois d'assez grandes forêts (forêts de Filosorma et de Perticato, dans les vallées supérieures du Fango et au sud de Manso).

A partir de 500 mètres d'altitude, nous entrons dans la deuxième zone climatérique de la Corse, que l'on peut aussi désigner comme étant celle des forêts. elle s'étend jusqu'à 1.600 et même 1.800 mètres d'altitude ; la chaleur y est moins sensible en été, (maxima de 26° à 30° et minima de 8 à 12° pendant les mois les plus chauds) et le froid plus ou moins rigoureux en hiver, (minima de 6 à 8° au dessous de 0). On peut comparer ce climat à celui de la Bourgogne et des parties méridionales de la Suisse et du Tyrol.

Le châtaignier (*Castanea sativa* Mill.) est l'arbre caractéristique des parties inférieures de cette zone ; il y forme d'immenses forêts. Aux mêmes altitudes nous rencontrons des chênes (*Quercus sessiliflora* Salisb.), des peupliers et des ormes qui prospèrent du reste jusque près des côtes. Le noyer et la plupart des arbres fruitiers s'y trouvent également. A environ 900 mètres, les châtaigniers cessent pour faire place aux grandes forêts de pins corses (*Pinus Laricio* Poir.) et de hêtres qui occupent des espaces très étendus, surtout dans le Niolo, au-dessus d'Evisa, à Vizzavona, etc., (forêts de Valdoniello, Aïtone, Vizzavona, Tartagine, Lonca, Melo, Sorba, Marmano et Bavella).

Les pins font à leur tour place aux hêtres, qui atteignent à environ 1.800 mètres la limite supérieure de la région des forêts. Le hêtre est presque le seul arbre qui appartienne à la troisième zone climatérique de la Corse, (1.800 à 2.708 mètres), dont on compare le climat soit à celui de la Norvège soit à celui de toutes les autres montagnes méridionales. L'hiver y dure environ huit mois de l'année, et, dans les ravins exposés au nord, la neige ne disparaît guère de tout l'été.

Cette région, qui correspond à celle des pâturages de haute montagne du continent, ne présente plus que des genévriers, des buissons d'aunes nains (*Alnus suaveolens* Req. et *A. cordata* Lois.) et, rarement, quelques bouleaux. On y rencontre, en outre, plusieurs plantes alpines de petite taille et fort clairsemées, des mousses et des lichens.

Les beaux pâturages des hautes montagnes continentales sont remplacés ici par un petit gazon feutré, semblable à du velours, qui descend jusqu'à 1.500 mètres sur les versants exposés au nord (Bergerie de Cappiajola ; Monte-Renoso). A partir de 2.500 mètres toute végétation cesse, nous n'avons plus devant nous que chaos de roches et névés (1).

(1) Ce n'est qu'après avoir terminé cette étude que j'ai eu l'occasion de lire l'intéressante note de M. John Briquet sur la flore de la Corse, contenue dans l'introduction de la « Flore Coste » (Klincksieck, Paris, 1901, pag. 44). D'après M. Briquet, la flore de l'île présenterait plus d'affinités avec celle de la Toscane qu'avec celle de la Provence. Nous verrons que l'étude de la faune des Coléoptères nous mène à un résultat directement opposé, qui parlerait en faveur d'une communication relativement récente entre la Corse et la Provence, et d'un isolement de très longue durée du côté de la péninsule italienne. M. Briquet caractérise du reste fort bien la flore de l'île. Ce qu'il dit des espèces *paléogéniques* (d'origine très ancienne) et *néogéniques* (d'origine relativement récente) trouverait aussi son application chez les coléoptères. Nous serions disposés à classer dans le premier groupe (paléogénique) toutes les espèces de la faune spéciale corse qui, au point de vue systématique, se trouvent separés par de grands intervalles des espèces voisines actuelles. Un des plus beaux exemples en serait le *Spathorrhamphus corsicus* T. A. Marshall, dont l'espèce la plus voisine se trouve dans la Nouvelle-Guinée (*Plintheria luctuosa* Psc.) et qui est séparé des genres *Tropideres* et *Platystomus*, entre lesquels nous l'avons placé, par un très grand espace. Le groupe des espèces néogéniques comprendrait toutes les espèces endémiques qui se rattachent aisément aux espèces voisines continentales. Chez elles la forme originale se trouverait donc modifiée par un très long isolement, et, dans les variétés de plu-

II. — De l'apparition des Coléoptères dans les différentes zones climatériques. — Variations de forme et de couleur sous l'influence du climat. — Absence de la faune alpine et de représentants de diverses familles. — Faune spéciale de la Corse. — Comparaison de sa faune avec celles des contrées environnantes.

Dans la première zone climatérique, ainsi que sur les côtes, l'entomologiste chasse avec succès toute l'année. En hiver, et seulement pendant les jours les plus froids, en janvier et février, les insectes deviennent rares; on est obligé de les chercher sous les écorces, les pierres et dans les trous où ils s'abritent.

Certaines espèces, eomme l'*Asida corsica*, le *Carabus morbillosus v. alternans*, etc., paraissent ne pas souffrir des basses températures, le moment auquel ils sont le plus nombreux coïncide même avec celui des jours les plus froids de l'année. D'autres, dont l'existence dépend du développement de certaines plantes, n'apparaissent que lorsque tout est prêt pour leur permettre de vivre. C'est ainsi que l'*Agapanthia asphodeli* se trouve soit en février, soit en mars, mais pas avant que les tiges d'asphodèles, dans lesquelles elle doit déposer ses œufs, ne sortent de terre. Sur les côtes, les mois d'avril, mai et juin sont les plus favorables aux insectes; les pluies et la chaleur favorisent leur éclosion, et la plupart des plantes fleurissent à ce moment-là. De juillet à septembre, nous ne rencontrons plus que quelques Buprestes, des Phytophages dans les endroits humides, et plusieurs Lamellicornes qui persistent tout l'été. Les pluies d'automne, fin septembre ou commencement d'octobre, amènent un regain de vie; de nombreux bouSiers, Carabides, et même quelques Cérambycides et Chrysomélides pa-

sieurs d'entre elles, il nous serait même facile de reconnaître toutes les étapes parcourues, de la forme originale à la forme dérivée.

Voici, à part les ouvrages déjà cités, encore quelques travaux qui traitent de la flore et de la faune de la Corse :

PAYRAUDEAU (B.-C.). Catalogue descriptif et méthodique des annélides et des mollusques de l'île de Corse (Paris, 1827, Béchet jeune ; 8 planches représentant 88 espèces).

D'après M. Ferton il existe aussi un article de Shuttleworth sur les mollusques terrestres et d'eau douce de Corse, dans lequel l'auteur démontre que par sa faune de mollusques, la Provence a plus d'affinités avec la Corse que n'en a l'Italie. (Je n'ai pas pu me procurer cet article qui a paru, en 1844, dans les *Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern).*

REQUIEN (E.). Catalogue des coquillages de la Corse (1848).

— Catalogue des végétaux ligneux qui croissent en Corse. (Avignon, 1868).

MABILLE (P.), Recherches sur les plantes de la Corse ; 1er fascicule, in-8°. Paris 1867, Savy. 2e fascicule, 1869.

DE MARSILLY (L.-J.-A. de C.). Catalogue des plantes vasculaires indigènes ou généralement cultivées en Corse suivant l'ordre adopté dans la Flore de France de MM. Grenier et Godron. Avec l'indication des stations et des époques de floraison. Établi avec le concours de MM. E. Revelière et P. Mabille. (Paris, G. Masson, in-8°, 1872.

BONAVITA. Plantes de la Corse étrangères au continent français. *(Bull. Soc. scient. histor. etc., de la Corse,* 1882. fasc. 17 et 19).

KOLLMORGEN (F.). Versuch einer Macrolepidopteren-Fauna von Corsica *(Deutsche Ent. Zeitschrift,* 1899, IIter lepidopterologisches Heft, pag. 307 et suivantes. Berlin, Friedlaender).

raissent de nouveau, les uns pour disparaître bientôt, les autres pour vivre jusqu'au printemps (*Geotrupes*, *Timarcha*, etc.).

Dans la seconde zone climatérique, nous retrouvons la plupart des insectes de la région des côtes, mais à d'autres époques, et, en outre, quelques espèces peu nombreuses qui paraissent être spéciales aux forêts de l'intérieur (*Necrophorus corsicus*, *Geotrupes geminatus*, *Trichius rosaceus*, *Helops superbus*, *Galeruca corsica*, etc.). L'hiver y étant sensiblement plus froid que dans la première zone, ce n'est guère avant le mois de mars ou d'avril que l'on rencontre les espèces hivernales des côtes, et avant mai ou juin les espèces printanières. M. Champion, arrivé en Corse le 30 mai 1893, remarque avec raison que, dans les montagnes, l'apparition des insectes est singulièrement en retard, si l'on tient compte du climat semi-tropical des régions inférieures (1). Ce n'est qu'en juin que les premiers cétoines se montrent; les grands Buprestes (*Calcophora*, *Buprestis*), apparaissent vers le milieu de juillet, puis au commencement d'août, enfin, les *Ergates*. Juillet est, en somme, pour la seconde zone, le mois durant lequel les insectes sont le plus nombreux.

Sous le rapport de l'apparition des espèces, la troisième zone n'est que bien imparfaitement connue. La *Nebria* des lacs du Monte-Renoso (*N. Lareyniei* Fairm.) qui, à la plaine, serait probablement une espèce printanière et de courte durée (comme la *N. brevicollis* à Ajaccio) se trouve, à l'état frais, à la fin d'août à une altitude de plus de 1.600 mètres (2); cela nous permet de supposer que, dans les hautes régions surtout, la saison est très en retard et remarquablement courte.

En étudiant la faune des différentes zones climatériques, l'entomologiste est tout d'abord frappé du grand nombre de variétés de forme ou de couleur qu'il rencontre chez certaines espèces. La variation de forme du *Percus grandicollis* sera l'objet d'une communication spéciale qui est en préparation. Dans ce cas particulier, le changement d'altitude et de climat nous paraît être la seule cause de ces différences de forme et de grandeur rencontrées chez la même espèce. D'autres variations, de taille surtout, s'observent chez beaucoup d'espèces de la région des côtes; certaines années, les bousiers y sont très sujets; ce sont les variations connues qui sont dues au manque de nourriture et à la sécheresse.

On observe en Corse, chez la cétoine dorée, d'intéressantes variations de couleur sur lesquelles Champion attire aussi notre attention, en nous faisant remarquer que du vert au noir, en passant par le cuivré, le rouge,

(1) Champion (G.-C.). An entomological Excursion to Corsica. (*Transactions Entomol. Soc. of London*, 1894, part. I, March. pg. 225-242.)

(2) Les lacs du Monte-Renoso sont au nombre de six. Le plus grand est celui de Bastani, situé entre la pointe du Renoso et celle du Bacinello, ensuite viennent les lacs de Niellaccio, de Vitelaca, de Bracco, le Rino soprano et le Rino sottano, ce dernier, le plus petit et le plus bas de tous, est à 1.730 mètres d'altitude.

le pourpre, le violet et le bleu, toutes les variétés se retrouvent ensemble, dans n'importe quelle localité et à toute altitude (1).

Cependant, durant les six années au cours desquelles nous avons eu l'occasion de chasser en Corse, nous avons pu remarquer que de 800 à 1.200 mètres, les variétés de couleur foncée (du bleu au noir et aussi la *v. purpurata* Heer de *Cetonia aurata*) sont certainement plus fréquentes que sur les côtes. Tandis qu'à Ajaccio nous ne trouvions les variétés foncées que de loin en loin, et toujours noyées dans un très grand nombre d'exemplaires de l'*aurata* typique, à Vizzavona, de 900 à 1.100 mètres, elles formaient sinon le quart, du moins une bonne fraction du nombre total des cétoines que nous rencontrions. La *v. nigra* entre autres, très rare à Ajaccio, prédominait à la fin de juin 1898 sur les fleurs blanches de *Cistus salviaefolius*, au-dessus de la route, entre Vizzavona et Tattone. L'année suivante, n'ayant pu retourner audit endroit qu'en juillet, les fleurs des cistes étaient passées, mais nous y avons cependant trouvé encore quelques exemplaires de la *v. nigra*, sur des fleurs de *Sambucus* à côté de nombreux exemplaires des variétés bleues *(v. nigritarsis, v. thoracalis, v. meridionalis)*, qui, à leur tour, prédominaient cette année-là sur le sureau.

Ce qui précède servirait donc à démontrer l'influence qu'exercent l'altitude et le climat sur la coloration ; exemple analogue à celui offert, sur le continent, par le *Carabus auronitens*, qui, de vert métallique dans les plaines, devient brun et même noir dans les Alpes.

Un autre exemple, encore plus probant, nous est donné en Corse par l'*Anomala junii*. Cette dernière est très fréquente à Ajaccio, près de l'embouchure de la Gravona, sous sa forme claire de *v. scutellaris*. La variété vert foncé *(Doublieri* Muls.) y est au contraire excessivement rare; la moyenne de plusieurs années est d'environ trois exemplaires de *v. Doublieri* sur cent de *v. scutellaris*. A Bocognano, de 650 à 700 mètres d'altitude, la moyenne de trois années est de trente-trois exemplaires *(v. Doublieri)* sur cent *(v. scutellaris)*. La variété foncée est donc dix fois plus fréquente à la montagne qu'à la plaine. — La nourriture étant partout la même *(Mentha Requieni* et *M. insularis)*, la couleur du sol et des endroits où se tient l'insecte ne variant guère d'Ajaccio à Bocognano, l'altitude et le climat paraissent, dans ce cas encore, être les seuls facteurs qui favorisent l'apparition des couleurs foncées.

Un autre insecte de la menthe, la *Chrysomela viridana*, qui, à Ajaccio, se trouve aussi bien sous sa forme typique que sous celle de *v. aurocuprea*, varie dans le même sens avec l'altitude. A 700 mètres, la forme typique est presque introuvable, et la *var. aurocuprea* devient parfois si foncée

(1) CHAMPION. *loc. cit.*

qu'on a de la peine à la reconnaître. J'en ai capturé le 20 juillet un exemplaire qui était pourpre foncé à l'état frais (1).

Le *Necrophorus corsicus*, le *Trichius rosaceus* Voet, et d'autres, sont également sujets à des variations intéressantes, mais, dans ces cas, il semblerait bien que l'altitude et la nourriture n'y sont pour rien, toutes les formes se trouvent ensemble et les chiffres ne donnent aucun résultat précis.

La faune coléoptérique des montagnes de la Corse se distingue non seulement par sa richesse en formes spéciales, mais aussi par l'absence d'un grand nombre d'espèces, et même de genres, que nous sommes habitués à rencontrer si fréquemment dans les montagnes du continent. C'est en vain que nous cherchons quelqu'une des belles espèces alpines du genre *Ludius*. Même les *Cantharis (Telephorus)*, quoique représentés, en Corse, par six espèces, n'en offrent que deux qui se retrouvent sur le continent *(C. livida* L., *C. fulvicollis* F.); les quatre autres sont toutes spéciales à l'île.

Ce qui est plus surprenant encore, c'est que l'on ne rencontre aucun *Barynotus* ou *Tropiphorus* et pas trace des genres de Cerambycides si répandus dans les Alpes, tels que les *Rhagium*, *Toxotus*, *Pachyta*, *Brachyta*, *Callidium*, etc. De même, parmi les Chrysomélides, les *Oreina* et *Phytodecta* font entièrement défaut.

Il est assez étrange de constater en même temps que, des uniques espèces alpines du continent que nous possédions aussi en Corse, plusieurs paraissent être plus communes sur les côtes de l'île que dans ses montagnes. L'*Omophlus betulae*, par exemple, est très fréquent dans les prairies, aux environs d'Ajaccio, en avril et mai; Champion le signale également à Corte (400 mètres d'altitude) en juin; mais, à notre connaissance, il ne fut jamais capturé plus haut. Nous ne l'avons observé ni à Bocognano, ni à Vizzavona, et cependant, sur le continent, c'est plutôt une espèce montagnarde. Le seul exemplaire d'*Aegosoma scabricorne* dont nous connaissions la provenance exacte fut trouvé par M. Guglielm à Caldaniccia, tout près d'Ajaccio. En Italie, on la trouve surtout dans les lieux élevés. *Xanthochroa carniolica* et *Nacerdes fulvicollis* Scop., par contre, se rencontrent assez fréquemment dans les montagnes, mais nous en avons aussi capturé plusieurs exemplaires dans les environs d'Ajaccio. Voici du reste la liste de toutes les espèces, à nous connues, qui, sur le continent, fréquentent plutôt les hauteurs et que l'on retrouve en Corse soit à la plaine, soit dans les montagnes :

(1) Il est devenu plus obscur après la mort.

LISTE A

Trechus palpalis Dej.
Hydraena monticola Rey.
Ostoma grossum L.
Omophlus betulae Herbst.
Xanthochroa carniolica Gistl.
— *gracilis* Schmidt.
Nacerdes fulvicollis Scop.
Peritelus hirticornis Herbst.
Plinthus Parreyssi Bohem.
Aegosoma scabricorne Scop,
Longitarsus rectilineatus Foudr.

Cette pauvreté si marquée en Coléoptères communs aux Alpes et à la Corse, venant s'ajouter aux observations faites sur les Hymenoptères par M. Ferton, confirme l'hypothèse de la séparation définitive de la Corse et du continent avant l'époque glaciaire. On peut en effet facilement supposer que, durant l'époque glaciaire, les espèces originaires du Nord ou des hautes Alpes furent obligées d'émigrer vers le Sud et vinrent s'établir en Italie, en Espagne ou en Sicile, tandis que l'île de Corse déjà isolée de tous côtés à cette époque ne put être atteinte par aucun des émigrants. Cela nous expliquerait pourquoi, tout en manquant en Corse, la plupart des genres montagnards que nous citions plus haut sont du moins représentés en Italie et Sicile.

Un autre point qui mérite d'être encore étudié, est l'absence dans la faune corse des *Zonabrides* et *Zonitides*, dont les espèces sont cependant si répandues dans tout le Midi. L'*Oenas afer* L. et la *Zonitis immaculata* Oliv. sont, jusqu'à aujourd'hui, les seuls représentants que nous ayons trouvés de ces deux groupes.

M. Champion fait aussi observer le nombre restreint d'espèces de *Cryptocephalus* que lui ont fourni ses chasses. Il est certain que dans toutes les contrées méridionales que nous connaissons, ce genre est beaucoup mieux représenté que dans notre île, et que les individus s'y trouvent en général moins clairsemés.

Il ne faut pas perdre de vue que la faune corse se distingue plutôt par sa richesse en formes spéciales et intéressantes, que par son abondance en espèces variées. Pour nous en convaincre, nous n'avons qu'à jeter un coup d'œil sur le tableau de dispersion géographique qui se trouve à la fin de cette étude.

Nous remarquons tout d'abord que le nombre des espèces spéciales à la Corse est remarquablement élevé. Environ 1/7 de sa faune coléoptérique (soit 253 espèces sur un total de 1.790) lui est spécial. — Les Brachélytres et Rhyncophores sont les groupes qui comptent le plus de spécialités, les premiers 57 sur 282, les seconds 53 sur 303. Mais les Hydrocanthares et les Malacodermes les surpassent encore, en ce que plus du quart de leur nombre total (soit 13 sur 46 et 24 sur 91) est spécial à l'île. — Les groupes

les plus pauvres sont les familles comprises entre les Mordellides et Curculionides (Meloides à Pythides), et les Phytophages (surtout les Cerambycides). Les premiers ne comptent aucune espèce endémique et les seconds ne sont représentés dans la faune spéciale que par 1/13 de leur effectif (7,8 0/0) (1).

A ces nombreuses spécialités corses viennent s'ajouter pour la Corse et la Sardaigne, environ 90 espèces — surtout de Dytiscides et Malacodermes, — communes aux deux îles, et qui ne s'étendent ni au continent, ni à aucune des autres grandes îles méditerranéennes.

Ce chiffre peut paraître relativement bas pour deux îles qui ne sont séparées que par un détroit de 15 kilomètres environ, surtout si nous le comparons à celui des espèces communes à la Corse et au midi de la France (48) dont notre île est séparée par un bras de mer de plus de 160 kilomètres de largeur. Ceci ne ferait que nous confirmer la grande ancienneté du détroit de Bonifacio, et pourrait même nous faire supposer que sa formation fut bien antérieure à la rupture de l'isthme qui reliait la Corse au massif des Maures durant le pliocène. Il est en effet fort probable que les espèces relativement nombreuses qui sont communes à la Corse et à la Provence sans s'étendre à la Sardaigne, se seraient certainement établies dans cette dernière île, où elles auraient trouvé des conditions d'existence aussi favorables qu'en Corse, si elles n'avaient été arrêtées dans leur dispersion par un obstacle qui ne peut être que le détroit de Bonifacio. Voici la liste des espèces sur lesquelles nous nous basons :

(Espèces communes à Corse et Provence et qui, à notre connaissance, ne se retrouvent ni en Sardaigne ni en Italie.)

LISTE B

Reicheia palustris Saulcy.
Nomius pygmaeus Dej.
Limnaeum Abeillei Bed.
Tachys fulvicollis Dej. (Trouvé aussi en Dalmatie.)
Calathus v. parisiensis Gaut.
Zuphium Chevrolati Cast. (Sicile.)
Limnebius myrmidon Rey.
— *atomus* Duft.
Stilicus festivus Rey.
Trogophloeus parvulus Rey.
Faronus nicœensis Saulcy.
Euplectus nitidus Fairm.
Bryaxis Revelierei Saulcy.
Bythinus verruculus Reitt.
Euconnus cornutus Saulcy.
Hydroscapha gyrinoides Aubé.
Setaria sericea Muls.
Pityophagus laevior Abeille.
Rhyssemus Godarti Muls.
Anelastes barbarus Luc.
Poecilonota mirifica Muls.
Agrilus Solieri Gory.
Isidus Moreli Rey.
Cyphon Putoni Bris.
Malthinus bilineatus Kiesw.
Malthodes debilis Kiesw.
Colotes Javeti Duv.

(1) Dans les Carabides, un genre, celui des *Percus*, est très caractéristique pour la Corse. Il y est représenté par trois espèces (*P. Reichei, P. corsicus, P. grandicollis*) qui sont particulières à l'île. Les seize autres espèces du genre sont réparties comme suit : 3 espèces en Sardaigne, 2 en Sicile et 1 en Algérie et dans les Baléares ; 5 en Italie et 5 en Espagne et dans les Pyrénées.

La famille des Psélaphides à elle seule compte 21 espèces endémiques sur un total de 44.

Malachius rufus Oliv.
Dryophilus densipilis Abeille.
Hymenorus Doublieri Muls.
Mordella Gacognei Muls.
Xanthochroa Bellieri Reiche.
Salpingus exsanguis Abeille.
Sitona cinnamomae All.
Thylacites lapidarius Gyll.
— *Guinardi* Duv.
Aparopion exsculptus Boh.
Ceuthorrhynchus Duvali Bris.
Ceuthorrhynchus viridipennis Bris.
— *chlorophanus* Rouge.
Sibinia silenes Perris.
Tropideres curtirostris Muls.
Liparthrum mori Aubé.
Leptidea brevipennis Muls.
Exocentrus punctipennis Muls.
Pogonochaerus Perroudi Muls.
Stylosomus corsicus Rey.
Longitarsus medicaginis Allard.

Le groupe des Ryncophores se distingue tout particulièrement par sa richesse en formes spéciales au midi de la France et à la Corse (10 sur 48), les Hydrophilides qui en comptent deux n'ont même pas une seule espèce qui soit exclusivement propre au massif corso-sarde, mais bien dix appartenant à la Corse seule.

Dans la famille des Dytiscides, il est curieux de constater que le *Dytiscus circumflexus* se trouve être l'espèce la plus commune en Corse et Sicile, tandis qu'en Sardaigne il est remplacé par le *Dytiscus pisanus*. A notre connaissance, ce dernier n'a été signalé en Corse que sur la côte orientale.

Si nous comparons maintenant la faune corse à celle de l'Italie, nous reconnaîtrons qu'elle a, sans contredit, moins d'affinités avec celle de ce pays qu'avec celle du midi de la France, quoique la distance qui l'en sépare ne soit que de 80 kilomètres (160 kilomètres séparent la Corse de la Provence).

Ce n'est qu'en Tenebrionides — sabulicoles surtout — que la Toscane semble se rapprocher de la Corse à un plus haut degré que la Provence, mais ce rapprochement est largement compensé par le nombre total des espèces qui ramène les proportions à 48 pour Corse et France, et 24 pour Corse et Toscane.

Les 24 espèces suivantes sont exclusivement propres à Corse et Italie :
(Comparez avec les 48 espèces spéciales à Corse et Provence ; liste B).

LISTE C

Carabus granulatus v. debilicostis Kr.
Nebria Lareyniei Fairm.
Atheta cyanea Rey.
Leptusa scabripennis Rey.
Loricaster pumilus Reitt. (Tyrol.)
Platycerus tetraodon Thunbg. (Sicile.)
Pachypus Candidae Petagna. (Calabre.)
Anomala junii v. etrusca Ganglb.
Chalcophora v. florentina Kiesw.
Cardiophorus Eleonorae Gené.
Athous villosulus Desbr.
Agriotes corsicus Cand. (Piémont).
Dasytes griseus v. seriatus Muls.
Danacaea misella Baudi. (Tyrol.)
Lasioderma bubalus Fairm.
Gonocephalum pygmaeum v. assimile Küst.
Anaspis Revelierei Em.

Peritelus squamulatus Reiche.
Cleonus ocularis F.
— *sparsus* Gyll.
Acalles Fausti Meyer. (Imola.)
Tychius comptus Tourn.
— *neapolitanus* Tourn.
Crioceris paracenthesis v. cruciata Bon.

Pour pouvoir nous appuyer sur des chiffres encore plus élevés nous donnons ci-dessous deux listes qui complètent les deux précédentes. La première (Liste D) comprend les espèces que l'on rencontre en Corse et Provence, ainsi qu'en d'autres pays de la région palaearctique, excepté en Italie. La deuxième (Liste E) comprend les espèces que l'on rencontre en Corse et Toscane, ainsi qu'en d'autres pays de la région palaearctique excepté en Provence.

En combinant les quatre listes (B, C, D et E) nous obtenons les chiffres suivants qui expriment encore mieux l'affinité des faunes que nous comparons : (B + D : C + E = 122 : 55).

Corse et Provence.	122	espèces.
Corse et Italie	55	—

LISTE D

Cicindela v: corsicana Rœschke. (S.) (1)
Limnastis gallilaeus Brul. (D.)
Harpalus decipiens Dej. (Hi. Lu.)
Oxynoptilus cuspidatus Kunze (A.)
— *clypealis* Sharp. (S.)
Anacaena ovata Reiche (Ga. G.)
— *globula* Payk. (Ga. G. md.)
Laccobius pallidus Muls. (Hi.)
Limnebius papposus Muls. (G. Br. Su.)
Helephorus discrepans Rey. (Si.)
Ochthebius quadricollis Muls. (S.)
— *exaratus* Muls. (S. P.)
— *difficilis* Muls. (Hi.)
Oxypoda attenuata Rey. (T. Gr.)
Aleochara spissicornis Er. (A. Hu. Hi.)
Colpodata parens Rey. (G. A. Hu.)
— *abbreviata* Rey. G. Hi.)
Atheta cava Fauv. (Si. Hi.)
— *macrocera* Thoms. (Su. H. A.)
— *fragilis* Kr. (G. D. Ca. Br.)
Quedius flavipennis Baudi. (S.)
Cafius cicatricosus Er. (Br. S. Si.)
Lathrobium dividuum Er. (S. R.)
Stenus picipennis Er. (Br. G.)
— *fuscicornis* Er. (Br. G. H.)
Trogophloeus distinctus Fairm. (P.)
Ochthephilus aureus Fauv. (G. Br.)
Lesteva fontinalis Kiesw. (P.)
Panaphantus atomus Kiesw. (Gr. Ca.)
Limnius neuter Fairm. (S.)
Holoparamecus Ragusæ Reitt. (S. Si. Belgia.)
Corticaria corsica Bris. (Alg.)
Langelandia Reitteri Belon. (S.)
Læmophloeus fractipennis Motsch. (Amérique du N.)
Limnichus incanus Kiesw. (Hu. Hi.)
Saprinus granarius Er. (Si)
Plegaderus Barani Mars. (Gr.)
Poecilonota festiva L. (A. S.)
Eurythyrea austriaca L. (G. A.)
Melanophila decastigma F. (A.)
Anthaxia confusa Lap. (S.)
Helodes Genei Guer. (S.)
Hypebaeus flavipes F. (G. R.)

(1) Pour indiquer la dispersion géographique, nous employons les abréviations conventionnelles du catalogue de Heyden, Reitter et Weise, 1891 ; nous adoptons ces abréviations afin de ne pas trop emcombrer les listes.

Ebaeus thoracicus Ol. (G. Hi.)
Sphinginus lobatus Oliv. (G. Hi.)
Malachius cyanipennis Er. (Hi.)
Dasytes Reyanus Gozis (S.)
— *aerosus* Kiesw. (P.)
Bruchus palliatus Perris. (Hi.)
Gastrallus sericatus Lap. (G.)
Ernobius parens Muls. (G.)
Xyletinus laticollis Duft. (G. Hu.)
Helops Genei Gené. (S.)
Orchesia undulata Kr. (Br. G.)
Scraptia ophthalmica Muls. (Hi.)
Stenostoma rostratum F. (Hi. S. Si.)
Cleonus Pelleti Fairm. (Gr.)
Acalles setulipennis Desbr. (Circassie.)
Ceuthorrhynchus mixtus Rey. (G. Ca.)
Ceuthorrhynchus acalloides Fairm.
Mecinus longiusculus Boh. (Hi.)
Cionus gibbifrons Kiesw. (Hi.)
Apion laevicolle Kirbey. (Br. S.)
Mylabris brachialis Farhs. (G.)
— *pallidicornis* Boh. (G.)
— *Perezi* Kraatz. (Hi.)
Pteleobius vestilus Rey. (Hi. b.)
Cerambyx cerdo v. Mirbecki Luc. (Hi. Alg.)
Lachnaea pubescens Duf. (Hi.)
Colaspidea globosa Küst. (Hi.)
Chrysomela lepida Oliv. (Hi.)
Phyllotreta bimaculata All. (Hi. S. Si.)
Longitarsus candidulus Foudr. (Hi.)
Adonia variegata v. corsica Reiche. (S.)

LISTE E

Harpalus ovalis Reiche. (Barcelone.)
Limnebius mucronatus Baudi. (S.)
Hydræna subsequens Reyl. (Si)
Myrmedonia Fernandi Fairm. (Gr.)
Atheta testaceipes Heer. (H.)
Myrmecopora laesa Er. (S. Hu.)
Achenium basale Er. (S.)
Scopaeus pusillus Hochh. (Ca.)
Stenus laevigatus Rey. (S.)
Bryaxis tibialis Aubé (D. S.)
Parnus intermedius Kiesw. (Lu.)
Heterocerus flavidus Rossi. (Hi. S.)
Lycoperdina validicornis Gerst. (S.)
Pleurophorus laevistriatus Perris. (S.)
Acmaeodera quadrifusciata Rossi. (Hi.)
Haplocnemus basalis Küst. (D. G.)
Danacaea aurichalcea Küst. (Si. Ti. *m.*)
Bruchus Lucasi Boield. (Hi. Si. S. Alg.)
Bruchus Reichei Boield. (D. Si. Gr.)
Tentyria ligurica Sol. (S.)
Stenosis sicula Sol. (S. Si.)
— *angusticollis* Reiche. (S.)
Blaps gibba Lap. (Gr. Bal.)
Opatrum sabulosum v. distinctum Küst. (Pe.)
Phaleria Reyi Seidl. (S.)
Iphtimus italicus Truqui. (Si.)
Acalles Henoni Bedel. (Alg.)
Ceuthorrhynchus smaragdinus Bris. (Hi.)
Lachnaea italica Weise. (Ti. S.)
Cryptocephalus turcicus Suffr. (Ti. D. T.)
Pachybrachys scriptus H. Schaeff. (S.)

La Corse et l'Espagne ont aussi un certain nombre d'espèces communes et qui ne s'étendent pas à la Provence.

Sur les 52 que nous connaissions, 6 se retrouvent en Italie, 5 en Algérie et 23 sont dispersées dans les différentes contrées du bassin méditerranéen ; 18 seulement sont exclusivement propres à l'Espagne et à la Corse. Voici ces 52 espèces :

LISTE F

Amara concinna Zimm. (E. md.)
Harpalus oblitus v. minutus Dej.
— *ovalis* Reiche. (Calabre.)
Oxynoptilus simplex Sharp. (S.)
Laccobius Revelieri v. leucaspis Kiesw. (Tanger)
Hemisphaera infima Pand. (Hi. m.)
Hydrochus grandicollis Kiesw. (S. Gr.)
Ochthebius pilosus Waltl. (S. Crim.)
Aleochara puberula Klug. (Gr.)
Atheta insignicollis Fauv.
Gyrophaena aspera Fauv.
Quedius Kraatzi Bris. (P.)
Philonthus alcyoneus Er. (S. Si.)
— *palustris* Bris. (S.)
Sunius latus Rosh.
— *nigromaculatus* Motsch.
Stenus sparsus Fauv.
Trogophloeus punctipennis Kiesw. (G.)
Lareynia aenea v. fossulata Kiesw. (Lu.)
Parnus intermedius Kiesw. (I.)
Heterocerus flavidus Rossi (S. I.)
Bathyscia Schioedtei Kiesw. (Po. Hi. b.)
Revelieria Genei Aubé. (S. Gr.)
Meligethes maurus v. meridianus Reitt.
Saprinus cruciatus F.
Teretrius parasita Mars. (Alg.)
Geotrupes geminatus Gené. (S.)
Anthaxia corsica Reiche. (S.)
Acmaeodera quadrifasciata Rossi. (I.)
— *lanuginosa* Gyll. (S. Si.)
Malthinus filicornis v. scriptus Kiesw.
Axinotarsus peninsularis Abeille.
Bruchus Lucasi Boield. (I. S. Si.)
Tentyria andalusiaca Krtz.
Pachypterus mauritanicus Luc. (Ca.)
Phaleria oblonga Küst. (Hi. m. Si.)
Helops longipennis Küst.
Nephodes villiger Rosenh. (Hi. md. Alg.)
— *metallescens* Küst. (S.)
Notoxus mauritanicus Laf. (Gr. Si.)
Cleonus senilis Rosenh. (Hi. m.)
Hypera pastinacae v. Olivieri Cap. (Si.)
Orthochaetes rubricatus Fairm. (P.)
Acalles sierrae Bris.
Ceuthorrhynchus peregrinus Gyll.
— *smaragdinus* Bris. (I.)
Gymnetron lanigerum Bris.
Apion croceifemoratum v. scabiosum Wse.
Cryptocephalus curvilinea Ol. (S. Si.)
Luperus flavus Rosenh. (Hi. md. m. Alg.)
Orestia punctipennis Luc.
Scymnus tristis Weise. (Andal.)

Quelques-unes enfin, particulières au nord de l'Afrique et à la Corse, sembleraient prouver qu'il existait autrefois un lien entre ces deux pays. Voici ces espèces :

LISTE G

Hygrotus guineensis Aubé. (Afr. As.)
Limnebius subglaber Rey.
Helophorus cognatus Rey. (Alg.)
Ochthebius submersus Chevr.
Bryaxis numidica Saulcy. (Alg. Si. S.)
Laemophloeus Perrisi Grouvelle.
Anthrenus x-signum Reitt.
Bruchus brevipilis Desbr. (S. Si.)
Cossyphus algiricus Lap. (S. Alg.)
Hylophilus monstrosipes Pic.
Acalles affinis Meyer. (S.)
Sphaeroderma ocularia Allard.

En tête figure un Dytiscide, l'*Hygrotus guineensis* Aubé, fort répandu en Afrique et en Asie, et dont la présence en Europe n'a été signalée qu'en Corse. Puis, nous avons 3 Palpicornes : le *Limnebius subglaber* Rey, l'*Helophorus cognatus* Rey, (d'Algérie, Corse et Caucase), et l'*Ochthebius submersus* Chevr., et, par-ci par-là, dans plusieurs familles, une espèce per-

due. Mais, nous chercherions en vain l'une ou l'autre des espèces appartenant aux groupes les plus richement représentés en Algérie, et qui auraient cependant trouvé en Corse des conditions d'existence et un climat analogues à ceux de leur pays d'origine (Tenebrionides, Zonabrides, etc.).

M. Ferton explique cette affinité singulière, qui rattache deux faunes par des points par lesquels nous ne nous attendions pas à les voir liées, tandis que là où nous serions tentés de chercher un rapprochement, nous ne trouvons que lacunes. Nous avons déjà cité son opinion plus haut : d'après lui, les espèces africaines que l'on trouve en Corse seraient plutôt des restes d'une faune antérieure à l'époque glaciaire, que les descendants d'espèces immigrées d'Afrique. Cette faune méridionale répandue alors sur toutes les côtes du nord de la Méditerranée aurait été anéantie durant l'époque glaciaire aux endroits où le froid fut le plus rigoureux, ne laissant subsister quelques représentants que sur les points les plus protégés.

L'étude de la faune des Coléoptères de la Corse, tout en nous plaçant en présence de quelques intéressants exemples de la variabilité des espèces, peut, comme nous le voyons, contribuer aussi à confirmer ou à réfuter les diverses théories qui ont été présentées jusqu'à aujourd'hui sur l'origine de l'île.

Toutefois, il ne faut pas oublier que pour obtenir des chiffres et des arguments sur lesquels on puisse s'appuyer en toute sécurité, il faudrait posséder une connaissance de la faune insulaire beaucoup plus profonde que celle que nous avons acquise. Ce n'est que lorsque nous tentons de réunir les observations et notes recueillies jusqu'à ce jour sur les Coléoptères de la Corse, que nous nous rendons compte de la grandeur du travail qu'il nous resterait encore à accomplir, pour connaître à fond la faune entomologique de l'île.

III. — Tableau de dispersion géographique des Coléoptères de la Corse.

Pour établir la dispersion géographique des espèces, nous nous sommes servis du « Catalogus Coleopt. Europæ, Caucasi et Arm. ross. » de Heyden, Reitter et Weise (Mödling, 1891), des 41 numéros des « Bestimmungs-Tabellen » de Reitter qui ont paru jusqu'à aujourd'hui (1880-1901), des notes que nous avons pu recueillir dans diverses revues entomologiques ainsi que des indications que plusieurs de nos correspondants ont bien voulu nous fournir.

Les variétés n'ont été prises en considération qu'autant qu'elles sont insulaires (la forme typique ne se trouvant pas dans l'île), ou particulières à la Corse et à un des pays avec lesquels nous désirions comparer sa faune. Par contre, il n'a pas été tenu compte de quelques espèces dont la présence en Corse nous paraissait peu probable, et que plusieurs auteurs citent cependant dans leurs ouvrages.

	Nombre d'espèces communes à :																	TOTAUX
	CORSE seule (*)	C. et S.	C. et Iles (1)	C. et I.	C. I. etc. non Ga. m.	C. et Ga. m.	C. Ga. m. etc. (non I.)	C. et Hi	C. et Méd.	C. et E. m.	C. et E. md. m.	C. et E. b. E. md. b. E. md.	C. et E.	C. et Afrique	C. et Alpes	C. et autres pays		
CARNIVORES — Cicindelides	13	5	2	2	1	6	3	3	56	7	11	22	44	0	1	5	Grèce, Illyrie, Caucase.	181
CARNIVORES — Carabides																		
HYDROCANTHARES — Dytiscides	13	7	0	0	0	0	2	1	0	10	2	0	10	1	0	0		46
HYDROCANTHARES — Gyrinides																		
PALPICORNES (Hydrophilides)	10	0	1	0	2	2	8	4	2	5	3	3	8	3	1	2	Russie, Grèce.	54
BRACHÉLYTRES — Staphylinides à Clavigerides	57	7	1	2	7	6	15	10	4	17	20	19	107	1	0	9	Caucase, Grèce, Hongrie, Russie, Norvège, Illyrie.	282
CLAVICORNES — Georyssides à Heterocerides et Scydmaenides à Histerides	28	14	3	1	3	4	9	8	9	31	7	5	90	2	1	6	Corfou, Dalmat., Grèce, Crimée, Suède.	221
LAMELLICORNES — Lucanides	6	8	2	3	1	1	0	1	6	18	3	0	22	0	0	1	Grèce.	72
LAMELLICORNES — Scarabaeides																		
STERNOXES — Buprestides	11	1	4	4	1	4	4	3	2	17	11	2	24	0	0	0		88
STERNOXES — Elaterides																		
MALACODERMES — Cebrionides à Cantharides	24	14	6	1	2	4	7	2	0	13	6	3	9	0	0	0		91
Clerides à Ciides	4	0	1	1	2	2	4	1	2	11	4	5	15	1	0	1	Russie.	54
Tenebrionides à Rhipiphorides	16	11	8	3	7	2	3	6	0	31	2	0	27	1	1	0		118
VÉSICANTS (Meloides à Pythides)	0	2	0	0	0	2	1	1	0	18	2	0	15	1	3	3	Dalmat., Asie-Mineure.	48
RHYNCOPHORES — Curculionides à Scolytides	53	11	2	6	2	10	11	8	5	55	41	16	73	1	2	7	Turquie, Caucase, Dalmat., Croatie, Grèce, Asie-Min.	303
PHYTOPHAGES et SECURIPALPES — Cerambycides	18	10	4	1	3	5	7	4	7	44	32	10	81	1	2	3	Dalmatie, Istrie, Crimée, Grèce.	232
PHYTOPHAGES et SECURIPALPES — Chrysomelides																		
PHYTOPHAGES et SECURIPALPES — Coccinellides																		
TOTAUX	253	90	34	24	31	48	74	52	93	277	144	85	525	12	11	37		1790
				55		122												

(*) Espèces endémiques.

(1) Nous ne comptons dans cette colonne que les espèces qui sont spéciales à la Corse et à une ou plusieurs îles *de la Méditerranee* (avec ou sans Sardaigne) et qui n'ont jamais été signalées sur le continent.

M. le Dr S. LEDUC

Professeur à l'École de Médecine de Nantes

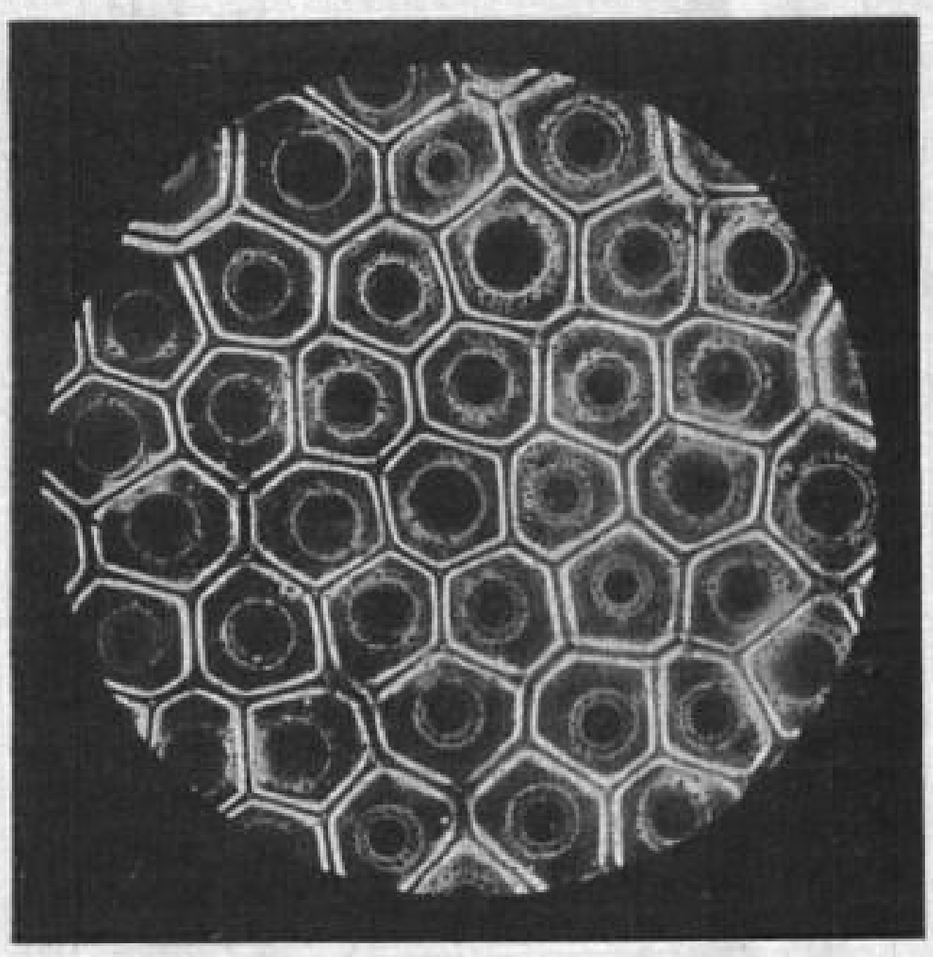
CYTOGENÈSE EXPÉRIMENTALE (1)

[532.71 : 591.17]

— Séance du 11 septembre —

Sur une couche de gélatine déposée sur une plaque de verre, on fait diffuser, à côté les unes des autres, des gouttes de liquide précipitant au contact, par exemple, des gouttes d'une solution de sulfate cuivre et d'une solution de ferrocyanure de potassium ; le ferrocyanure de cuivre qui se produit à la rencontre des deux solutions, forme des cellules à sections polygonales, dans lesquelles on observe un cytoplasma et un noyau.

L'emploi de solutions différentes n'est pas indispensable à la formation des cellules ; les gouttes d'une même solution de ferrocyanure de potassium, en diffusant dans la gélatine, donnent des cellules polyédriques, régulières, nettement séparées les unes des autres par des cloisons, contenant chacune un cytoplasma séparé de la membrane d'enveloppe, et renfermant un noyau formé par la goutte centre de diffusion. Les cellules, unies les unes aux autres, forment un véritable tissu organisé à structure cellulaire.



Cellules artificielles obtenues par diffusion d'une solution de ferrocyanure de potassium sur gélatine.

Tant que la gélatine n'est pas sèche, les parties constituantes des cellules ne se voient pas directement, on n'a qu'une masse gélatineuse, analogue aux tissus animaux ; cependant cette masse s'organise ou est organisée, ainsi qu'on peu le reconnaître, par la réfraction de la lumière, en projetant son image par transparence sur un écran.

(1). Nous avons présenté une Note sur ce sujet à l'Académie des Sciences. Comptes rendus de la séance du 17 juin 1901.

Chaque cellule, pendant sa formation, et tant qu'il existe des différences de concentration dans la gélatine, est le siège d'un mouvement moléculaire très actif, consistant, comme dans les cellules vivantes en un double courant, la substance dissoute allant du centre à la périphérie, l'eau du dehors vers le centre. Cette activité moléculaire, cette vie de la cellule artificielle, peut être entretenue en maintenant autour d'elle un milieu convenable et en la nourissant, c'est-à-dire en réparant au centre les pertes de concentration.

Si l'on déssèche prématurément les cellules, les mouvements dont elles sont le siège s'arrêtent, pour reprendre dès qu'on rend à la préparation l'humidité nécessaire. On a ainsi l'image de la vie latente des graines et des rotifères.

Par suite de l'indépendance des ions dans la diffusion, les cellules artificielles semblent désagréger les molécules; assimiler, c'est-à-dire fixer certaines parties dans leurs organes; éliminer les autres en modifiant le milieu dans lequel elles se trouvent. C'est ainsi que la diffusion d'une goutte d'une solution de sulfate de cuivre laisse au centre un noyau jaune d'oxyde de cuivre, entouré d'une couronne bleue, entourée elle-même d'une couronne translucide, présentant avec des bulles de gaz, l'aspect de la gélatine modifiée par l'acide sulfurique.

Les cellules artificielles ont une existence évolutive. La première partie correspond à l'organisation; la goutte représente le noyau, la gélatine le blastème; la cellule s'organise, forme son cytoplasma et sa membrane d'enveloppe.

La seconde partie est la période d'état dans laquelle le métabolisme tend à égaliser les concentrations entre les différentes parties de la cellule et le milieu dans lequel elle se trouve. La troisième période ou de déclin, correspond à la diminution du double courant moléculaire, par diminution des différences de concentration. Lorsque l'égalité de concentration est établie la cellule a terminé son existence active, elle est morte, elle ne conserve que sa forme.

Les cellules artificielles sont très sensibles à un grand nombre d'influences. Comme les cellules vivantes elles sont influencées, dans leur organisation et leur développement, par l'humidité et la sécheresse, l'acidité, l'alcalinité ou l'addition de substances diverses au blastème gélatineux, ou à la goutte qui forme le noyau primordial. On obtient ainsi de nombreuses variétés, parmi lesquelles on trouve des noyaux compacts ou clairs, avec ou sans nucléoles, des cellules sans noyau, à cytoplasma homogène; le cytoplasma séparé des parois et contracté autour du noyau, ou occupant au contraire toute la cavité cellulaire; on obtient des cellules sans membrane d'enveloppe, ou des parois épaisses accolées ou séparées par des espaces intercellulaires, etc.

La forme des cellules dépend du nombre et des positions relatives des gouttes, des concentrations moléculaires ou tensions osmotiques des solutions ; le nombre des centres de diffusion détermine le nombre des faces du polyèdre cellulaire, la grandeur des angles dièdres, d'où partent trois, rarement quatre cloisons, dépend des positions de ces centres ; les concentrations déterminent la forme des surfaces qui sont planes entre des solutions isosmotiques, courbes entre des solutions de tensions différentes, la convexité étant du côté de la solution hypertonique.

Les caractères que prennent les cellules artificielles sous des influences que l'on peut diriger expérimentalement sont de nature à éclairer sur l'origine des mêmes caractères dans les cellules vivantes.

Il est à remarquer que les cellules artificielles se développent suivant la théorie cellulaire de Schwann pour les cellules vivantes.

Ces cellules artificielles, avec leurs formes identiques à celles des cellules vivantes ; leurs principaux organes, noyau, cytoplasma, membranes d'enveloppe ; leurs principales fonctions, métabolisme cellulaire, existence évolutive, réfutent par l'expérience deux affirmations doctrinales. La première proclamant l'impossibilité pour la matière de s'organiser sous la seule influence des faits physico-chimiques. La seconde disant qu'une cellule ne peut se former spontanément, et que toute cellule provient d'une cellule antérieure qui l'a précédée.

MM. J. KUNSTLER et Ch. GINESTE

à Bordeaux.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'ŒIL COMPOSÉ DES ARTHROPODES (1)

[611.84:595.2]

— Séance du 11 septembre —

Ce n'est pas le lieu, ici, de chercher à démontrer que l'Anatomie comparée est une des bases essentielles de l'étude des êtres élevés.

La connaissance des états intermédiaires entre les stades simples et les organisations compliquées établit, en quelque sorte, les différentes étapes parcourues par les êtres vivants. Plus concentrée et moins fidèle que

(1) « A la demande de la Commission de publication de l'Association, nous supprimons ici la bibliographie qui, primitivement, était jointe à notre manuscrit. Elle sera publiée dans le Mémoire *in extenso*, avec la partie historique. »

l'Anatomie comparée, l'Embryogénie lui apporte cependant un précieux concours en montrant dans sa marche entogénique quelle fut la succession des stades phylogéniques.

La parfaite connaissance d'un organe visuel nettement caractérisé, mais à un état de complication relativement peu avancé, ne saurait manquer, à ce point de vue, d'un intérêt général plus ou moins considérable. Cela est d'autant plus vrai que, pour ce qui concerne les yeux, en général, l'état de la science est encore mal fixé.

Il suffit de lire les descriptions que donnent bien des traités pour sentir combien l'étude détaillée et systématique des organes visuels d'un groupe bien délimité peut être appelée à rendre de réels services.

D'un autre côté, les progrès récents de nos connaissances sur la valeur des éléments nerveux — et nous ne saurions parler de ces faits fondamentaux sans rappeler les noms de Ranvier et de Cajal — n'ont pu guère trouver leur application, jusqu'ici, dans des études analogues à celle que nous avons entreprise ici. Ce travail ne saurait que bénéficier des interprétations nouvelles, si simples et si lumineuses, qui sont caractéristiques de la science moderne.

Déjà, chez les organismes à constitution simple, les organes de la vision montrent souvent une complication remarquable et bien inattendue. C'est ainsi que, chez les Arthropodes, et en quelque sorte d'emblée, on trouve des yeux complexes chez les formes simples, et, par conséquent, il est relativement difficile d'établir les stades successifs de la complication de ces organes. Cependant, la filiation réelle qui forme le lien commun des organes visuels peut être établie grâce à une étude comparative rigoureuse. C'est pour combler une partie de la lacune qui existe à ce point de vue, que nous avons entrepris la présente étude.

L'œil composé des Crustacés que nous avons étudié, dont les traits fondamentaux rappellent la constitution normale des yeux d'Arthropodes, par certains points de sa constitution encore en partie élémentaire, n'offre pas seulement l'intérêt scientifique immédiat qui s'attache à toute question d'histologie pure, mais semble encore susceptible, à bien des points de vue, d'éclairer la conception que nous pouvons avoir de la fonction visuelle.

La question des yeux des Arthropodes a été diversement comprise. Le développement montre que leur ébauche dérive d'une même zone que celle qui donne le cerveau, d'une zone ectodermique. Néanmoins, l'œil est une formation sensitive de nature secondaire par rapport à la première, absolument indépendante d'elle tout d'abord, bien que susceptible, dans la suite, d'affecter avec elle les relations les plus intimes.

Les auteurs ne sont pas tous d'accord sur ce mode de développement. Kingsley considère cette formation comme due généralement à une invagination de l'ectoderme, mais la plupart des auteurs s'accordent à recon-

naître que le processus le plus habituel consiste en la formation d'un épaississement local constituant une *plaque optique*, susceptible, plus tard, de se cliver pour donner les différentes zones qui constituent l'œil définitif.

Bien que les deux procédés soient également fréquents et puissent, comme l'ont montré les travaux de Patten, coexister dans un même être, la valeur phylogénique des deux procédés ne semble pas être élucidée d'ores et déjà.

D'une part, en effet, le procédé par invagination a été considéré dans les divers stades embryogéniques comme un procédé secondairement acquis, dans un but d'abréviation du développement destiné à faire pénétrer plus rapidement dans la masse du corps le nombre d'éléments ectodermiques ou autres nécessaires à la formation de l'organe; d'autre part, le procédé par clivage ou délamination qui caractérise la plaque optique semble correspondre à l'un de ces procédés que certains embryologistes s'accordent quelquefois à reconnaître comme ancestraux. Toutefois, le fait que le procédé par invagination se rencontre particulièrement dans les yeux élémentaires et dans ceux à fonctions déchues (yeux impairs), tandis que la plaque optique caractérise à peu près exclusivement ceux des Arthropodes les plus élevés en organisation semble de nature à infirmer, pour une grande part, une pareille interprétation, à moins que les métamorphoses subies par ces êtres dans leur évolution à travers les âges — et qu'ils subissent encore dans leur développement — n'aient joué un certain rôle dans l'altération du procédé normal.

Les caractères de développement à peu près identiques des ocelles et des yeux composés dans les différentes classes d'Arthropodes ont montré à Patten qu'il n'existait pas, entre ces deux sortes d'organes, la différence essentielle qu'on avait cru y trouver tout d'abord.

Dans le procédé par invagination, à la *coupe optique* qui caractérise le premier stade succède la *vésicule optique*, par accolement des deux bords ectodermiques qui limitent la coupe. Le développement tangentiel des cellules qui limitent la coupe et leur accolement à la couche cuticulaire réduit à néant la cavité de la vésicule et donne naissance à une masse pleine, primitivement composée de deux couches, et qui constitue l'œil rudimentaire, fondement de l'*ocelle*. Les éléments de ces couches, homogènes dans l'ocelle, se différencient alors pour donner de petits éléments distincts et groupés, les *ommatidies*, dont l'ensemble constitue l'*œil composé*.

C'est donc à une autodifférenciation produite dans les couches constitutives de l'ocelle et non pas, comme on l'avait longtemps supposé, à un groupement d'ocelles distincts, qu'est due la formation de l'œil composé.

A ce procédé d'invagination, essentiellement fréquent dans les yeux simples s'oppose la formation de la *plaque optique*, surtout particulière aux yeux composés et dont le clivage dans le sens tangentiel d'une part, et

d'autre part le groupement dans le sens radial concourent également à la formation de l'ommatidie, unité fondamentale de l'œil composé.

Les auteurs s'accordent à reconnaître dans l'œil composé des Arthropodes deux zones essentielles. La zone externe a reçu le nom de *zone cornéenne* et constitue le milieu dioptrique de l'œil, la zone interne a été nommée *zone rétinienne* et représente la région réceptrice en même temps qu'élaboratrice des sensations lumineuses transmises par la couche précédente.

Une substance pigmentaire plus ou moins compacte serait également répartie dans l'une et l'autre zone et ne présenterait d'interruption que dans la portion intermédiaire de l'œil, accentuant ainsi la séparation entre ces deux zones constitutives.

L'œil de nos Crustacés, vu en coupe axiale, présente lui aussi, distinctement, deux zones. La première ou zone distale, en même temps cornéenne et cristallienne, est parfaitement hyaline, dans toute son épaisseur, et constitue par l'ensemble de ses éléments un milieu optiquement homogène, formant à la partie périphérique de l'œil une volumineuse masse transparente que les rayons lumineux, quelle que soit leur incidence, traversent de toute part. *(fig. 1)*.

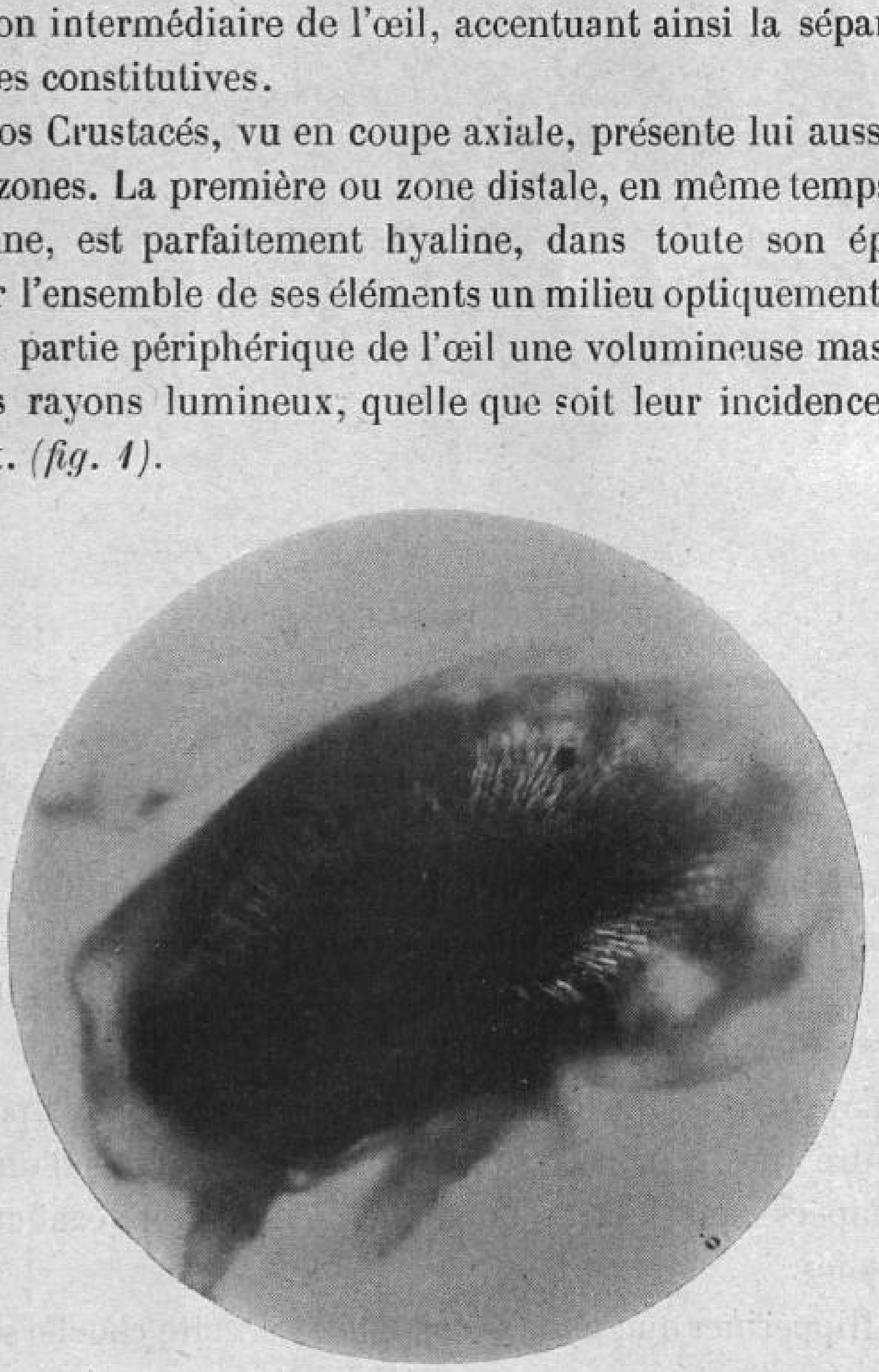


Fig. 1. — Œil vu de face après dissection.

La deuxième, par contre, qui correspond à la zone rétinienne des auteurs est très fortement pigmentée et constitue au centre de l'œil une sorte de nucleus sombre et très réfringent qu'entoure de toute part, sauf du côté proximal, la couche incolore précédente. La pigmentation même de cette

zone en fait une couche choroïdienne, et, comme elle contient, parmi les éléments pigmentés les bâtonnets sensoriels récepteurs des vibrations lumineuses, elle est, par là même, en partie rétinienne *(fig 2)*.

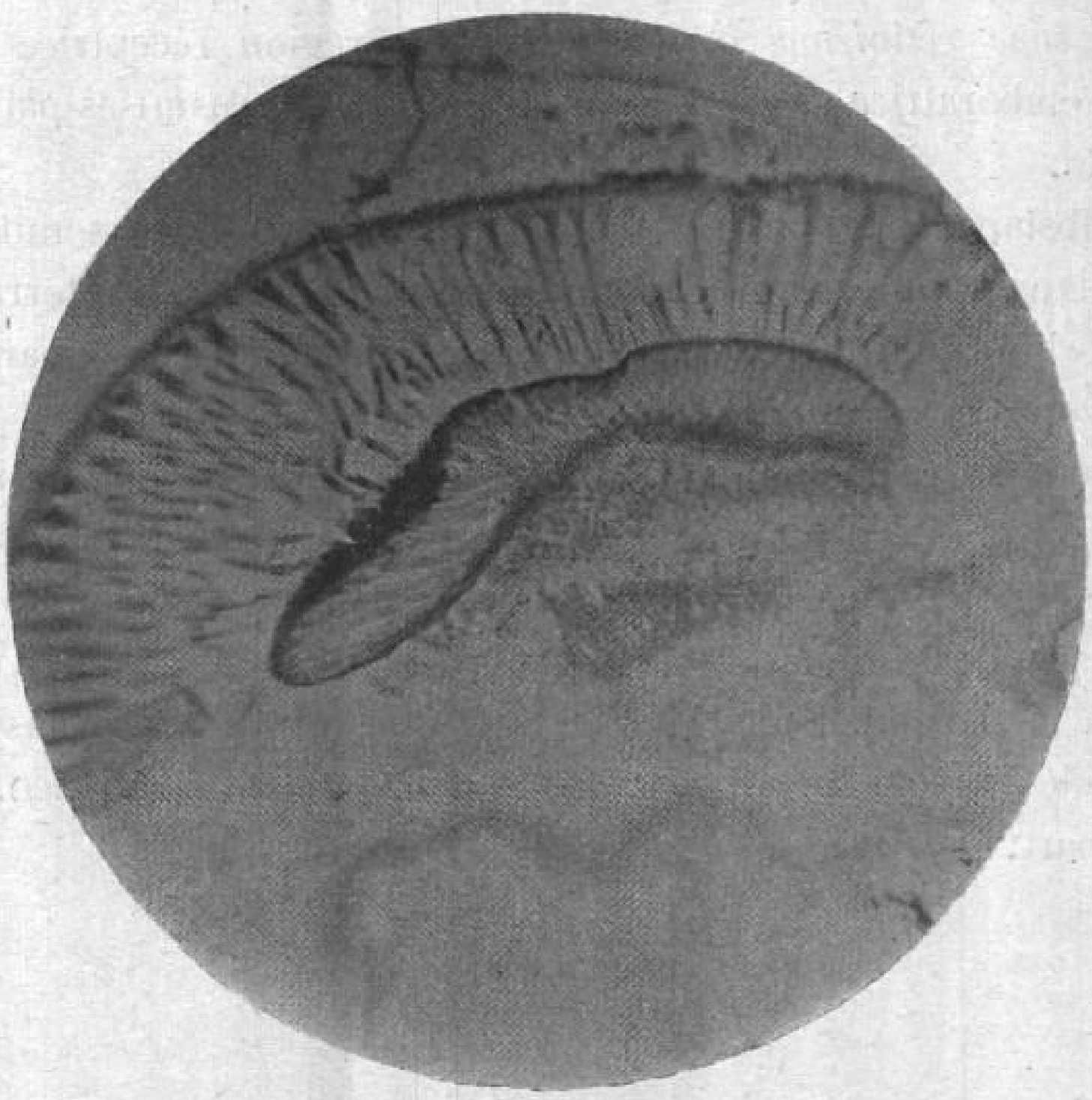


Fig. 2. — Coupe sagittale de l'œil montrant les divers rapports.

La zone réfringente distale, que les auteurs ont qualifiée de *cornéenne*, se subdivise d'après eux, le plus souvent, en deux couches : l'une, cornéenne proprement dite, constitue la limite externe de l'œil, l'autre immédiatement sous-jacente est la couche cristallinienne.

L'étude faite par les histologistes de l'œil des Crustacés podophthalmes leur a montré que la cornée se compose chez ces êtres d'un ensemble de facettes groupées dans le sens tangentiel, en nombre égal au chiffre total des ommatidies.

Chez les Hippérines que nous avons étudiées, cette couche se montre parfaitement homogène, sans aucune spécialisation marquée et se différencie très faiblement de la cuticule qui forme le revêtement général du corps. C'est une membrane chitineuse transparente, en continuité directe avec la couche tégumentaire de l'être, dont les cellules mères ne diffèrent pas essentiellement des cellules épithéliales ordinaires. Elles sont peu épaisses, présentent des prolongements rameux dirigés dans le sens tangentiel et qui s'engrènent plus ou moins intimement avec les prolongements similaires

des cellules voisines *(fig. 3)*. Leur seule spécialisation consiste en une hyalinité et une transparence spéciales, conséquences du rôle qu'elles jouent par rapport aux rayons lumineux. Il ne semble donc pas rationnel d'appliquer, dans le cas qui nous occupe, le non d'*hypoderme cornéen* à cette couche épidermique qui limite l'œil du côté externe.

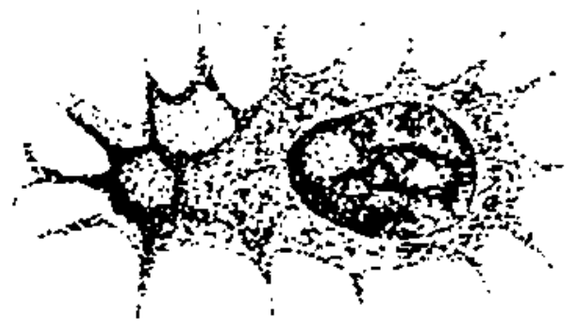


Fig. 3. — Cellule cornéenne.

La qualification d'hypoderme semblerait plutôt applicable aux cellules sous-jacentes, directement accolées aux précédentes, issues de la même ébauche et dont elles sont très vraisemblablement un dédoublement, cellules qui constituent les éléments mères des cristallins *(fig. 4)*.



Fig. 4. — Cellules cristalliniennes et cônes cristallins.

On a signalé chez les Crustacés supérieurs la présence de quatre cellules mères disposées en croix et reposant directement sur les couples de cellules cornéennes. Chez les Crustacés inférieurs que nous avons examinés, ces cellules sont accouplées deux à deux, aplaties au niveau de leur surface de contact et possèdent un noyau volumineux que sa réfrangibilité toute spéciale, identique à celle des cellules précédentes ne permet de déceler aisément qu'avec l'aide de réactifs colorants *(fig. 8)*. La substance chromatique y paraît condensée en un seul point qui regarde le centre de l'œil : presque

toujours évaginée du noyau, elle entraîne avec elle la membrane nucléaire qui subit de ce fait un plissement caractéristique. Ces cellules sont allongées dans le sens radial. L'emploi de réactifs appropriés montre que leur protoplasma se poursuit, très ténu, jusqu'à la zone sous-jacente. Très peu dis-

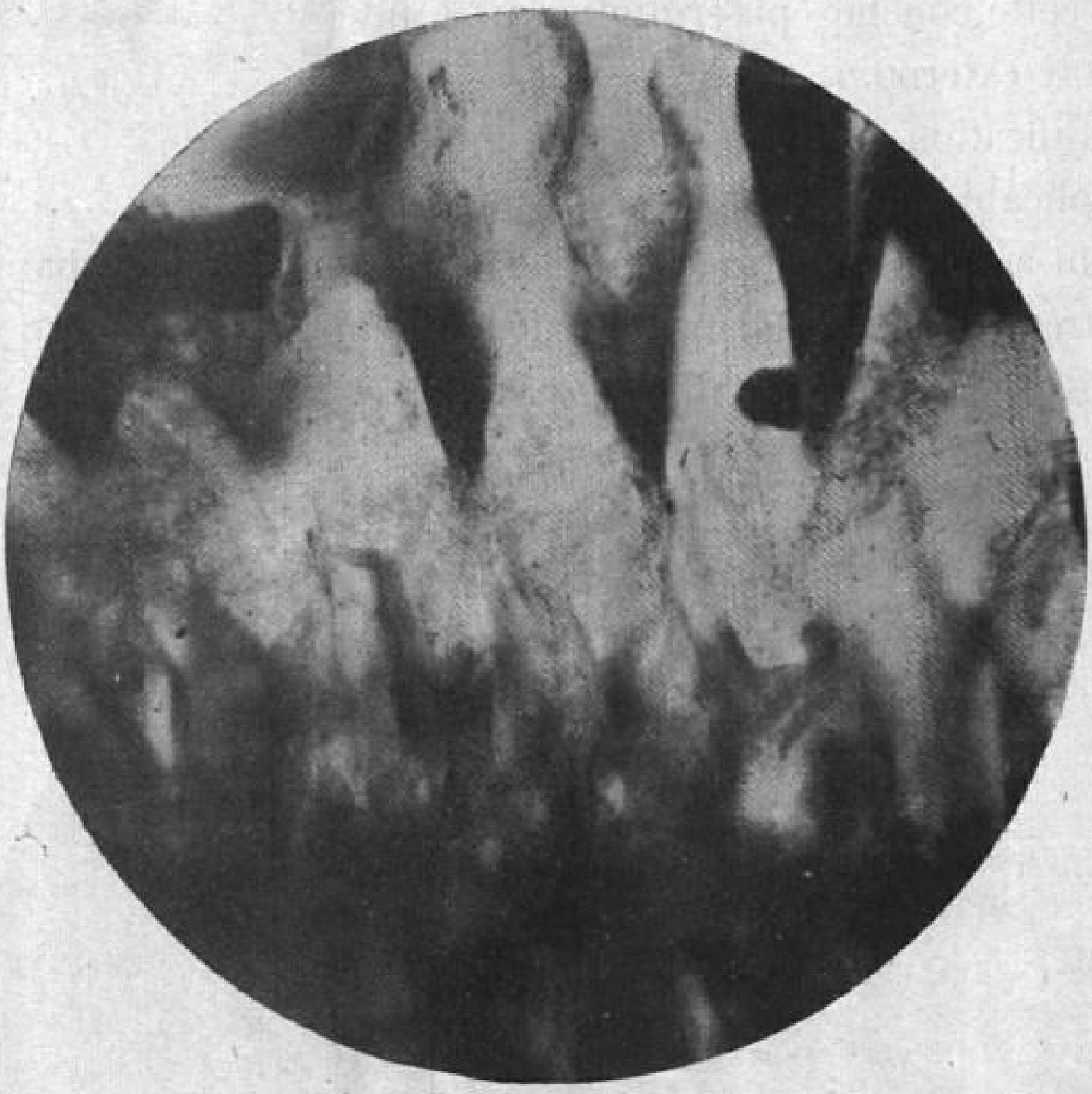


FIG. 5. — Prolongements protoplasmiques de la cellule cristallinienne.

tincte, en effet, dans la partie moyenne de la cellule, la substance protoplasmique s'épaissit et se continue aux deux extrémités, du côté distal où se trouve le noyau et du côté proximal où la cellule s'épanouit en une série de prolongements divergents plus ou moins spiralés, dont les ramifications ultimes vont se perdre dans le protoplasma des cellules de la couche suivante *(fig. 2, 4 et 5)*.

La constitution histologique de ces cellules cristalliniennes n'est pas sans intérêt. Leur protoplasma très tenu, difficilement colorable, paraît constitué d'alvéoles à parois minces, étirées dans le sens longitudinal de la cellulle, dont les membranes en continuité directe les unes avec les autres simulent une structure fibreuse.

A l'intérieur de la cellule mère et entouré dans toute sa longueur de protoplasma cellulaire sauf au point d'accolement des deux cellules, le cône cristallin nous apparaît évidemment comme une production de la cellule cristallinienne. De même que les cellules qui leur ont donné naissance, les cônes sont accouplés deux à deux, à face contiguës aplaties,

séparés l'un de l'autre par un étroit intervalle quelquefois difficilement appréciable et à faces libres hémicirculaires, Sur une coupe tangentielle, l'on voit les cônes cristallins épars dans un réseau assez fin dont ils occu-

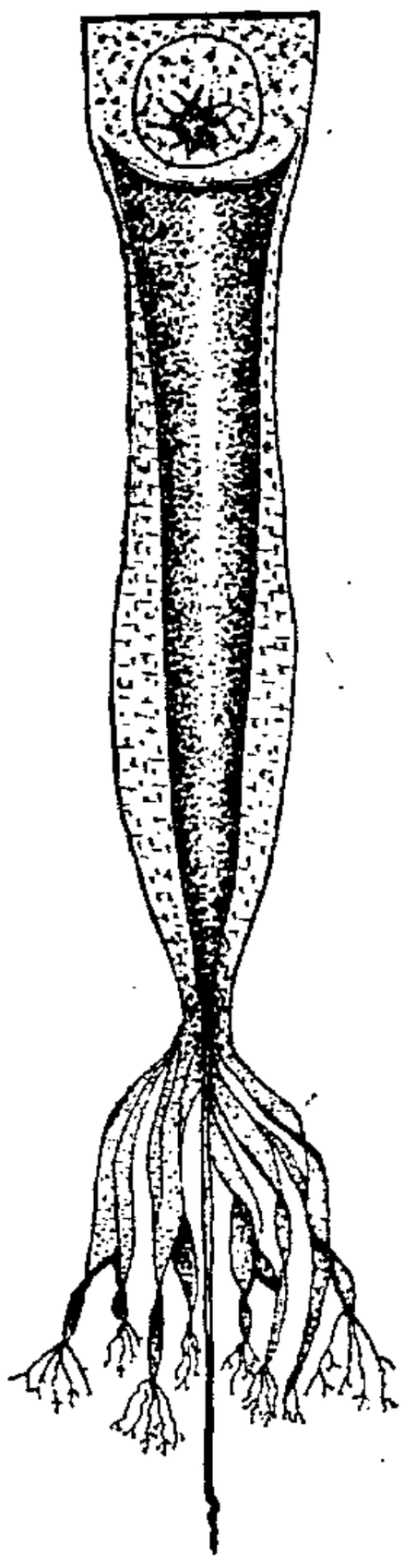


FIG. 6.

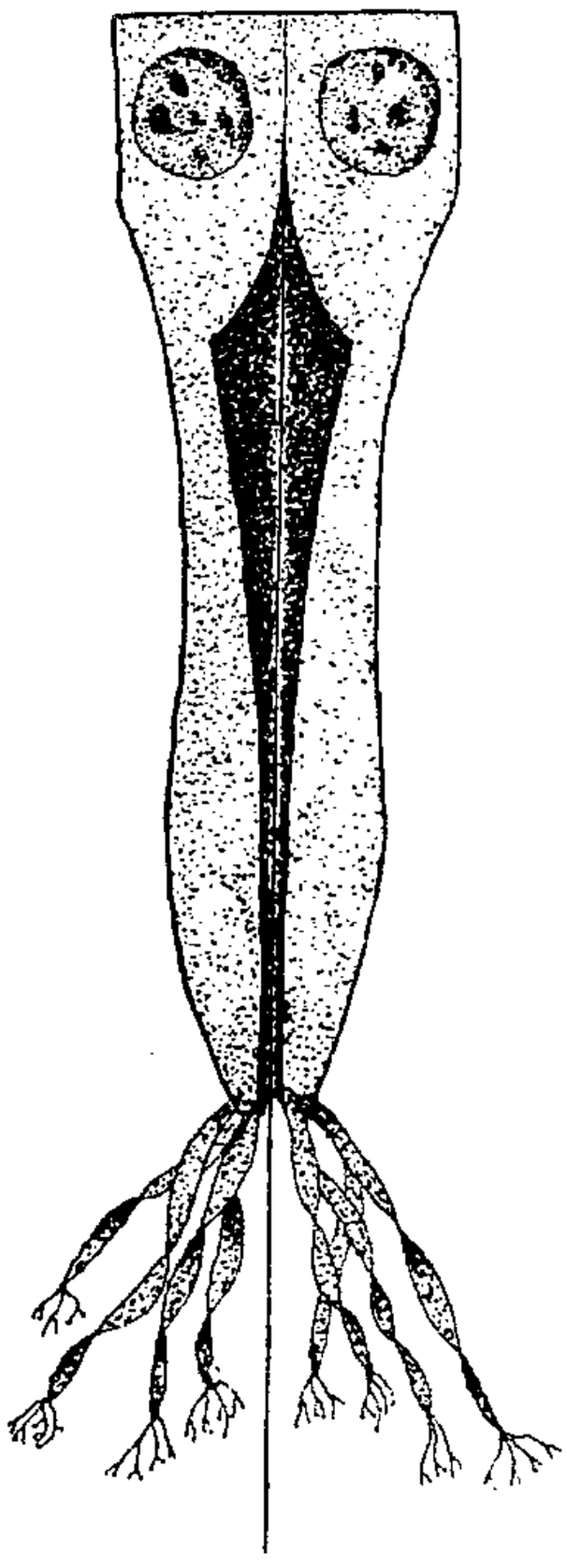


FIG. 7.

Cellules cristalliniennes (6, face ; 7, profil) demi-schématique.

pent le centre des mailles, réseau qui représente les limites cellulaires des éléments mères *(fig. 8)*.

A l'extrémité distale, le cône est aplati, très légèrement concave, embrassant assez étroitement le noyau du corps cellulaire, à l'extrémité opposée, il va en s'effilant insensiblement *(fig. 6 et 7)*.

La plupart des auteurs qui se sont attachés à l'étude de l'œil des Arthropodes à organisation complexe ont reconnu dans le cristallin plusieurs zones distinctes, division en partie basée sur la répartition du pigment dans cette région.

L'histologie de l'œil des Hippérines ne nous a pas fourni une constitution aussi compliquée. L'absence complète de pigment que nous avons signalée dans cette portion de l'œil n'autorise pas à discerner dans la couche cristallinienne la moindre différenciation anatomique ; bien plus, l'action des éactifs colorants ne décèle, en aucune façon, des différences histologiques

dans la substance constitutive du cône cristallin. Cette substance est très réfringente, très transparente et paraît normalement homogène dans toute son étendue, bien que susceptible, le plus souvent, de se vacuoliser en son

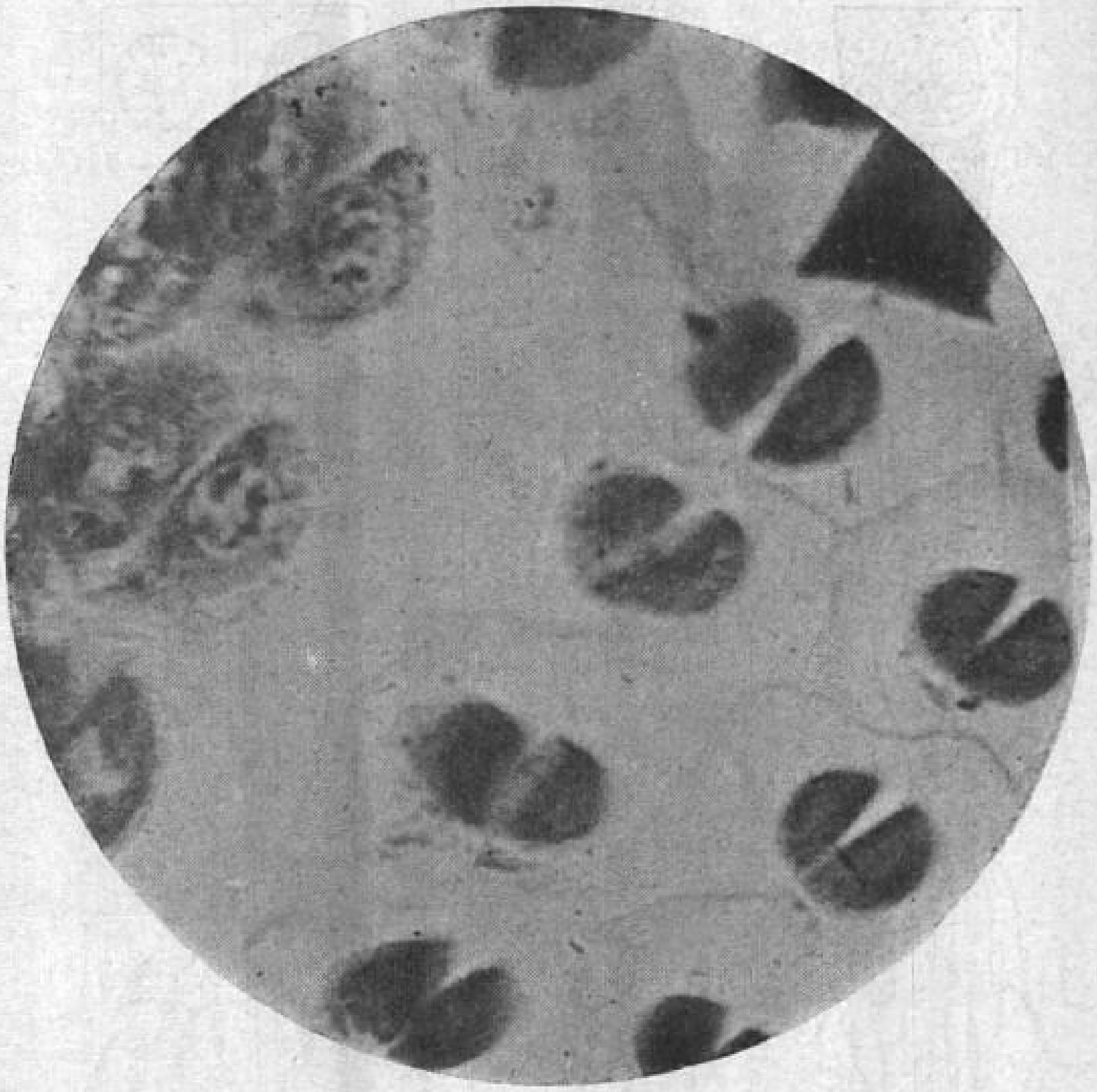


Fig. 8. — Coupe transversale de cristallins et de cellules cristalliniennes.
On voit le réseau très peu visible que figurent ces éléments.

centre. Elle est très chromophile et se colore d'une façon intense, notamment par l'hématoxyline.

On admet généralement, que les quatre segments qui constituent le cône cristallin des Arthropodes élevés en organisation donnent naissance à quatre filaments qui, après avoir traversé les éléments qui constituent la zone suivante, vont s'attacher à cette membrane dite *basale* qui semble limiter le côté interne de l'œii.

La façon dont se termine le cône cristallin chez nos individus est toute différente et bien particulière.

Prolongée en un filament ténu, chacune des deux extrémités des cônes accouplés traversant la partie supérieure de la cellule sous-jacente, s'articule par un double renflement conique avec les bâtonnets rétiniens ou *rhabdomes* que contient cette couche *(fig. 11 et 12)*.

Ce prolongement ténu du cristallin qui semble correspondre à la zone filamenteuse terminale du cristallin des auteurs se présente sous la forme d'un filament axial sombre très colorable inclus dans une zone hyaline,

claire et non colorable que limite une membrane anhyste extrêmement fine (*fig. 9, 10 et 13*).

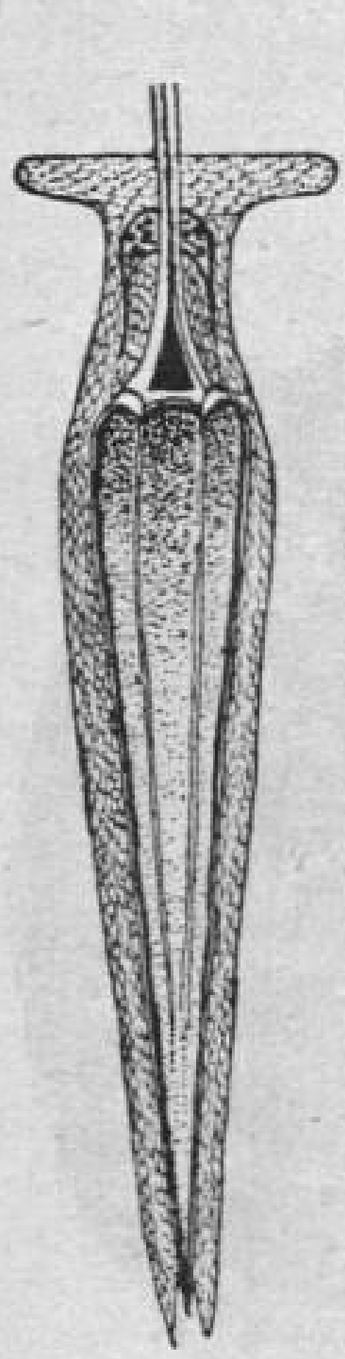


FIG. 9.

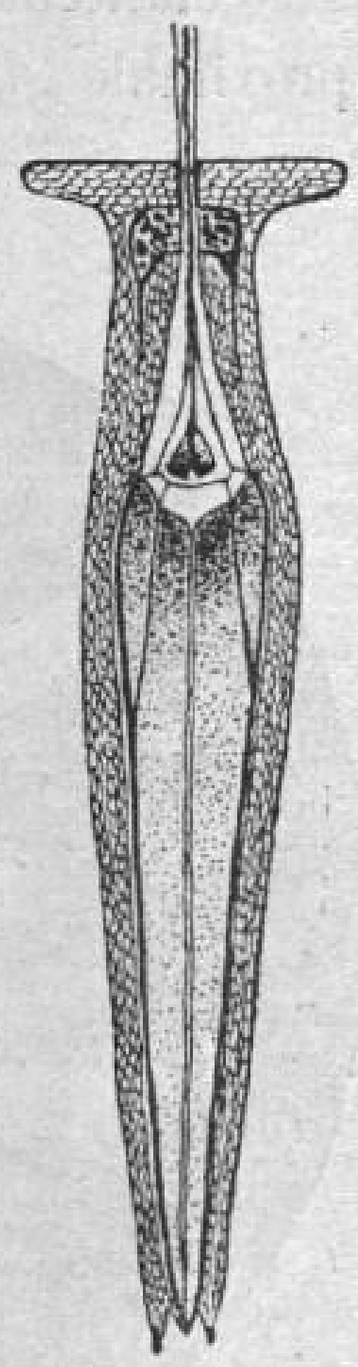


FIG. 10.

Cellules mères de rhabdome (9, vue superficielle; 10, en coupe sagittale) demi-schématique.

La deuxième zone essentielle de l'œil qui correspond à la zone rétinienne des auteurs et qui constitue le nucleus choroïdo-rétinien que nous

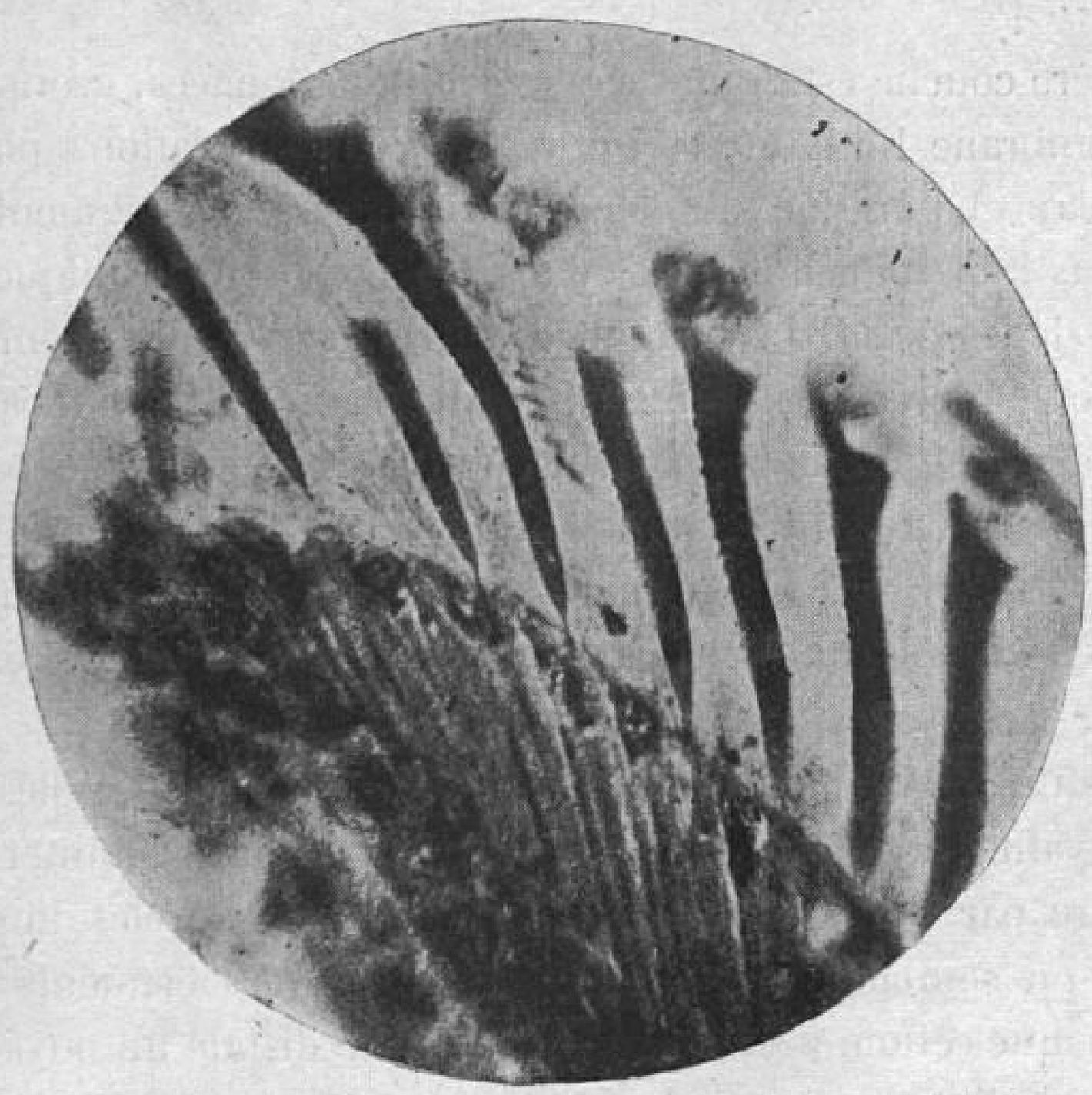


FIG. 11. — Rapports des cristallins avec les éléments rétiniens.

avons précédemment signalé, comprend deux ordres de cellules disposées,

comme pour la zone extérieure, en deux couches, mais en sens inverse, les cellules allongées étant dans la partie distale, l'épithelium pavimenteux dans la partie proximale *(fig. 12 et 16)*.



Fig. 12. — Articulations des cristallins avec les cellules mères de rhabdome.

La première couche est composée de cellules allongées, groupées en une sorte de membrane limitante et imprégnées de granulations pigmentaires d'un brun clair et d'un pouvoir colorant très intense. Le pigment semble se localiser dans la paroi cellulaire et dans la zone protoplasmique immédiatement sous-jacente *(fig. 14)*. Orientées dans le sens radial, comme les cellules de la couche précédente, elles reposent sur un épithelium pavimenteux cubique également pigmenté et qui constitue la deuxième partie de la zone rétinienne. Elles sont terminées en plateau à leur extrémité distale où elles se touchent toutes par leur bord et s'effilent à leur extrémité proximale, amincissement qui est en rapport avec la constitution centripète de l'œil *(fig. 12 et 17)*.

Elles constituent par leur ensemble de petits éléments isolés dans une substance hyaline non colorable par les divers réactifs et interrompue de temps à autre par des tractus protoplasmiques très grêles imprégnés de pigment et qui semblent relier entre eux les divers éléments cellulaires *(fig. 14)*. Chaque cellule possède à son extrémité distale un noyau recourbé dans le sens de l'axe en forme de fer à cheval. Ce noyau occupe toute la largeur de la cellule, il est échancré dans le sens tangentiel, quelquefois même perforé pour laisser passer le prolongement des cônes cristallins qui

traversent l'extrémité de la cellule. La substance chromatique y est très régulièrement répartie sous la forme de granulations chromophiles suspendues par des prolongements ténus dans des alvéoles à parois moins colorables, suivant en cela un type que nous avons déjà décrit autre part (1).

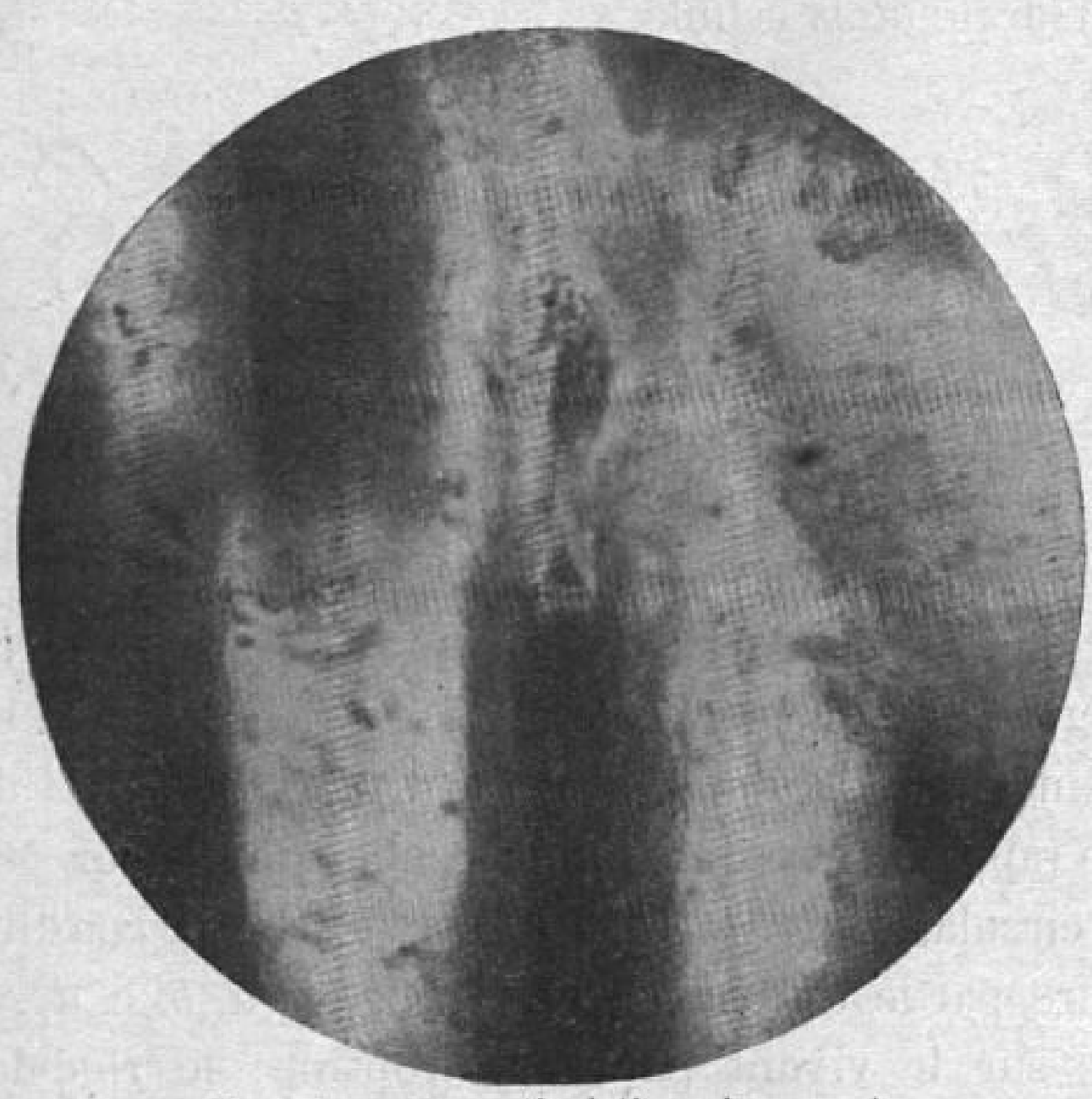


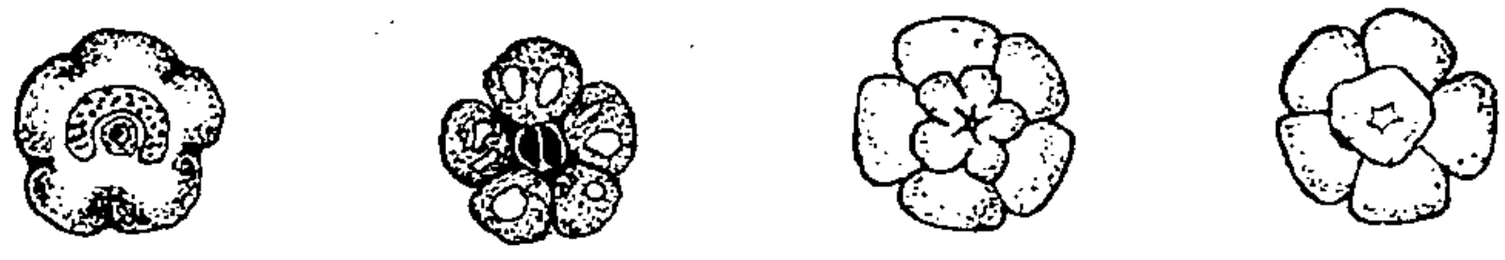
FIG. 13. — Une articulation plus grossie.

FIG. 14. — Rhabdomes dans une coupe non dépigmentée.

(1) J. KUNSTLER et CH. GINESTE. — Sur certains globules amiboïdes de la cavité générale de Crustacés inférieurs (*Soc. inn. Bordeaux*, 20 mars 1901).

Sur une coupe transversale, la cellule présente cinq lobes constitutifs et le pigment est très nettement réparti à la périphérie cellulaire *(fig. 18 et 19)*.

Le protoplasma présente, ici encore, une structure fibrillaire, résultat de l'allongement des alvéoles dans le sens axial. Il est fortement vacuolisé dans la partie élargie de la cellule.



a *b* *c* *d*

Fig. 15. — Coupes transversales de cellule mère de rhabdome à différentes hauteurs (*a*, *b*, *c*, *d*) de la surface, vers le centre de l'œil.

A l'intérieur de celle-ci se trouve un corps hyalin, non pigmenté, d'apparence homogène et faiblement colorable, c'est le *rhabdome*. Le rhabdome montre lui-même cinq lobes mais seulement dans sa partie distale, puis, sa coupe passe rapidement à une forme pentagonale pour être plus loin régulièrement circulaire *(fig. 19)* par fusion des lobes constitutifs et ceci dans la majeure partie de son étendue *(fig. 15, a, b, c, d)*. Légèrement coloré en rose sur le vivant par l'érythropsine, le rhabdome d'apparence hyaline montre sous l'influence des réactifs une structure nettement fibrillaire. De profil, il constitue un bâtonnet conique, allongé comme la cellule qui le contient, à extrémité distale quinquelobée sous-jacente au noyau cellulaire, qui le déborde latéralement, à bout proximal affilé en pointe. Un petit intervalle sépare l'extrémité distale du rhabdome du noyau cellulaire; c'est là que la tête du cristallin vient se mettre en rapport avec le rhabdome. Les prolongements cristalliniens accouplés par paire comme les cônes eux-mêmes, perforent, en effet, le plateau cellulaire, traversent dans une sorte de canal à parois propres l'extrémité externe de la cellule, passent dans l'échancrure que leur réserve le noyau et viennent s'étaler en une tête semi-circulaire pour chaque cône dans la cupule irrégulièrement arrondie que leur réservent les cinq lobes du rhabdome. Les deux têtes sont contenues dans une zone claire, non colorable, que délimite une membrane anhyste très fine *(fig. 13)*, prolongement de la membrane qui forme revêtement à l'extrémité filamenteuse du cristallin, et qui présente cinq lobes aigus qui suivent exactement les anfractuosités de la cupule pour se terminer par un prolongement plus ou moins ténu dans les intervalles du rhabdome *(fig. 9 et 10)*. La tête articulaire se compose donc d'une partie dense très colorable, différant par cela même du rhabdome, contenue dans une zone hyaline non colorable et lobée.

Entièrement contenue dans une cellule dont le protoplasma l'environne de toutes parts et dont le noyau le coiffe et le déborde latéralement, établi

sur le même type que la cellule qui le contient, le rhabdome semble évidemment constituer une production cellulaire de même nature que le cône



FIG. 16. — Rhabdomes et cellules mères après dépigmentation.

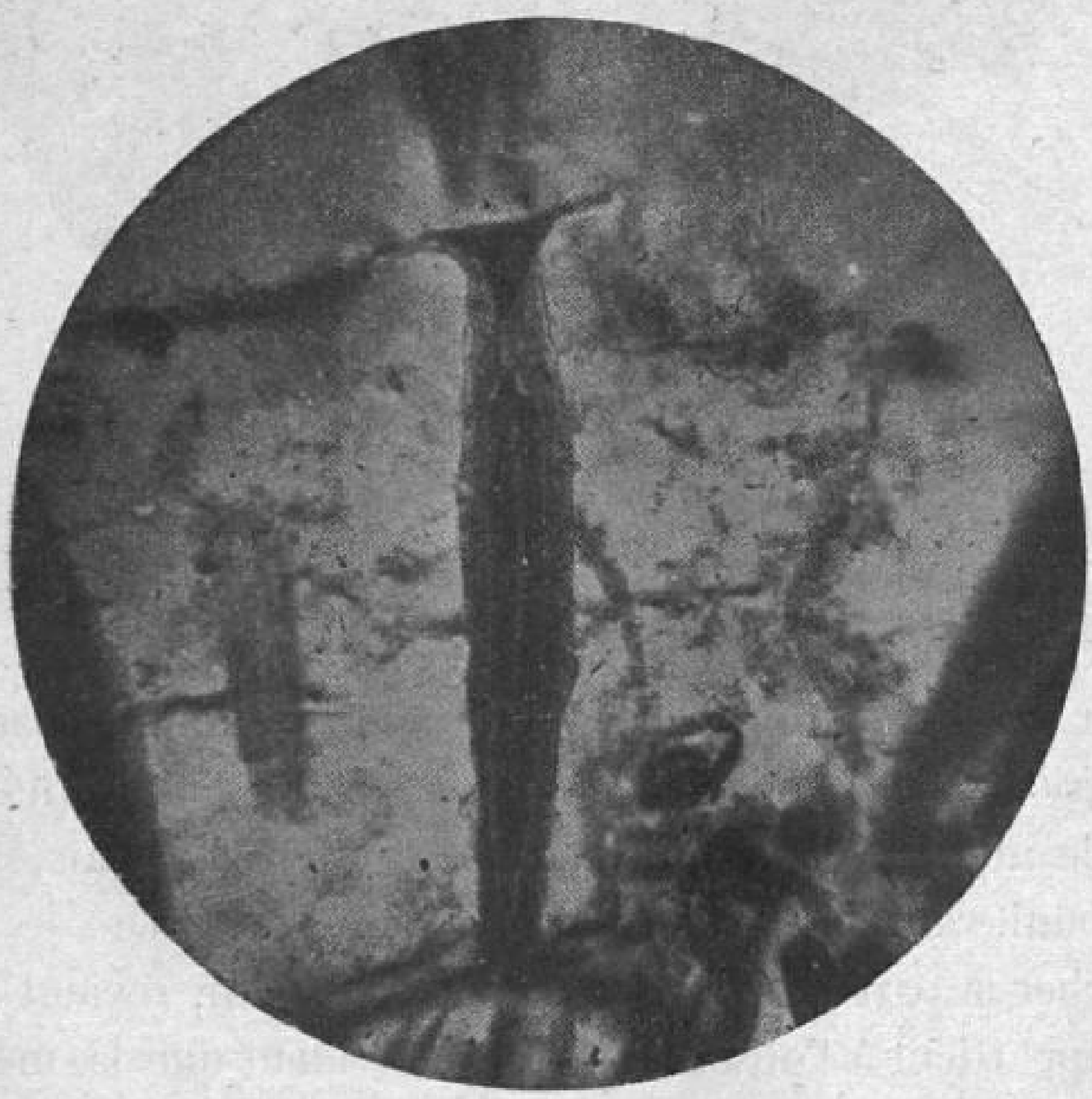


FIG. 17. — Une cellule mère de rhabdome isolée.

par rapport à la cellule cristallinienne. La cellule qui le contient peut donc mériter le nom de *cellule sensorielle, mère du rhabdome (fig. 17)*.

D'après les travaux des auteurs, il y a dans l'ommatidié de l'œil composé des crustacés décapodes et des insectes, un groupement de sept cellules dites *rétiniennes*, entourant un élément cristallin, le *rhabdome*, de nature essentiellement différente de la leur.

Des recherches de différents auteurs et des conclusions de *Roule*, il ressort en effet que le rhabdome ne serait que le représentant — produit cellulaire sans doute — d'une cellule dont il occupe la place primitive et dont le corps même aurait émigré dans la couche sous-jacente pour former ce que l'on nomme le *ganglion optique*, ou bien, comme l'admet *Viallanes* en

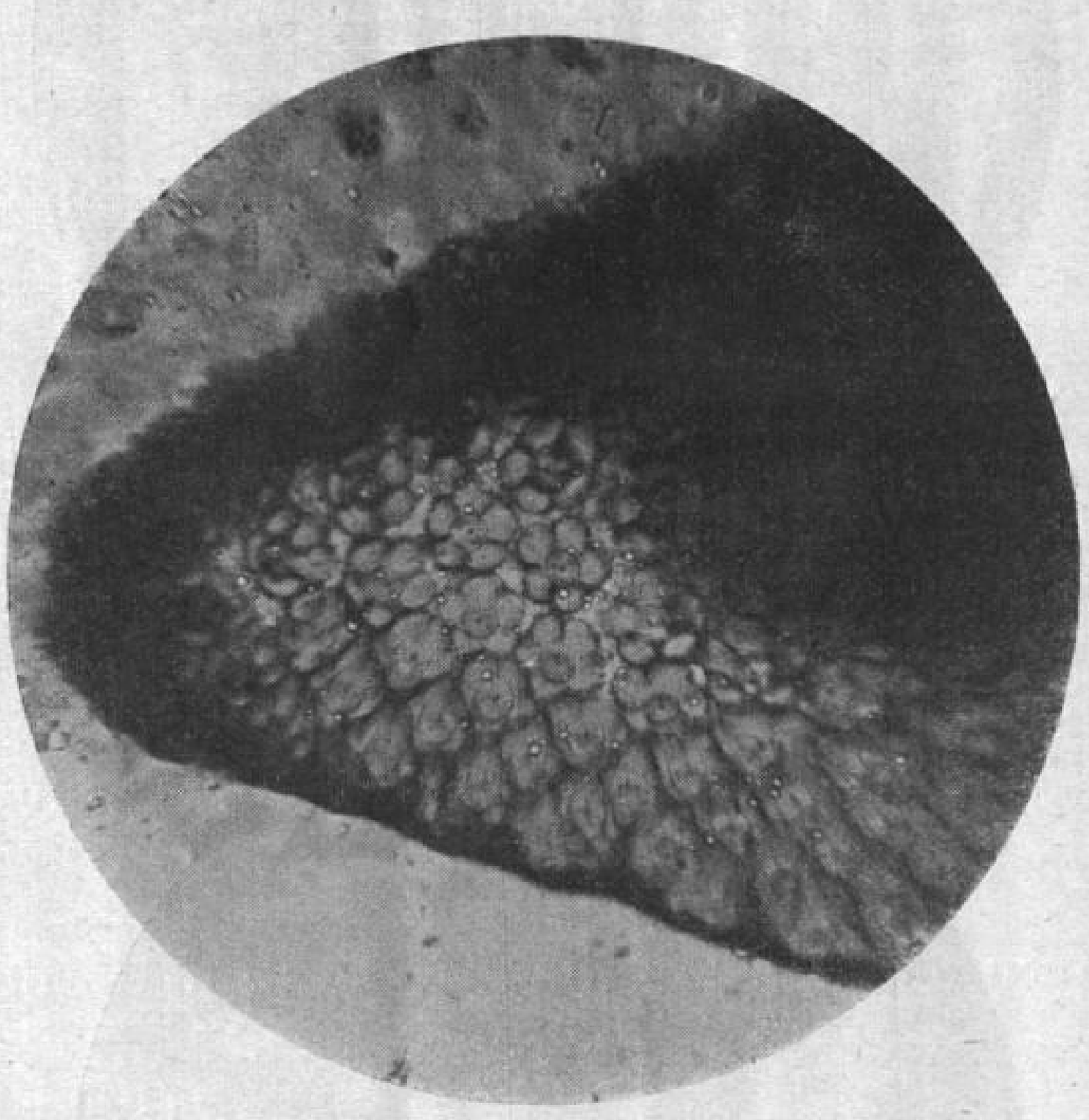


FIG. 18. — Coupe transversale d'un groupe de rhabdomes et de leurs cellules mères.

se basant sur certaines propriétés colorantes, un simple épanouissement nerveux de la cellule bipolaire sous-rétinienne. La cellule dite rétinienne serait donc de même valeur que la cellule bipolaire, mais, n'ayant pas donné de produit cellulaire, elle serait demeurée en place.

Sans chercher la part qui, dans cette interprétation, revient à la théorie et celle qui appartient à l'observation, il est évident que la même explication ne saurait être applicable au cas qui nous occupe. Le groupement des sept cellules que, à tort ou à raison, les auteurs qualifient de rétiniennes, n'existe pas ici; nous avons une couche uniforme de cellules sensorielles, contenant chacune un élément, le rhabdome, et recevant chacune, très

irrégulièrement d'ailleurs, les prolongements nerveux des cellules bipolaires situées au-dessous d'elles *(fig. 12 et 17)*.

La deuxième partie de la couche choroïdienne correspond assez bien à ce que les auteurs ont décrit sous le nom de basale, mais, ici, cette couche est très nettement différenciée. C'est un épithélium formé de cellules cubiques, fortement pigmentées, que perforent les prolongements innombrables issus des cellules ganglionnaires sous-jacentes et sur lequel reposent les cellules précédentes qui ne présentent avec lui que des rapports de contiguïté *(fig. 16 et 20)*.

Cette couche termine la zone choroïdienne de l'œil.

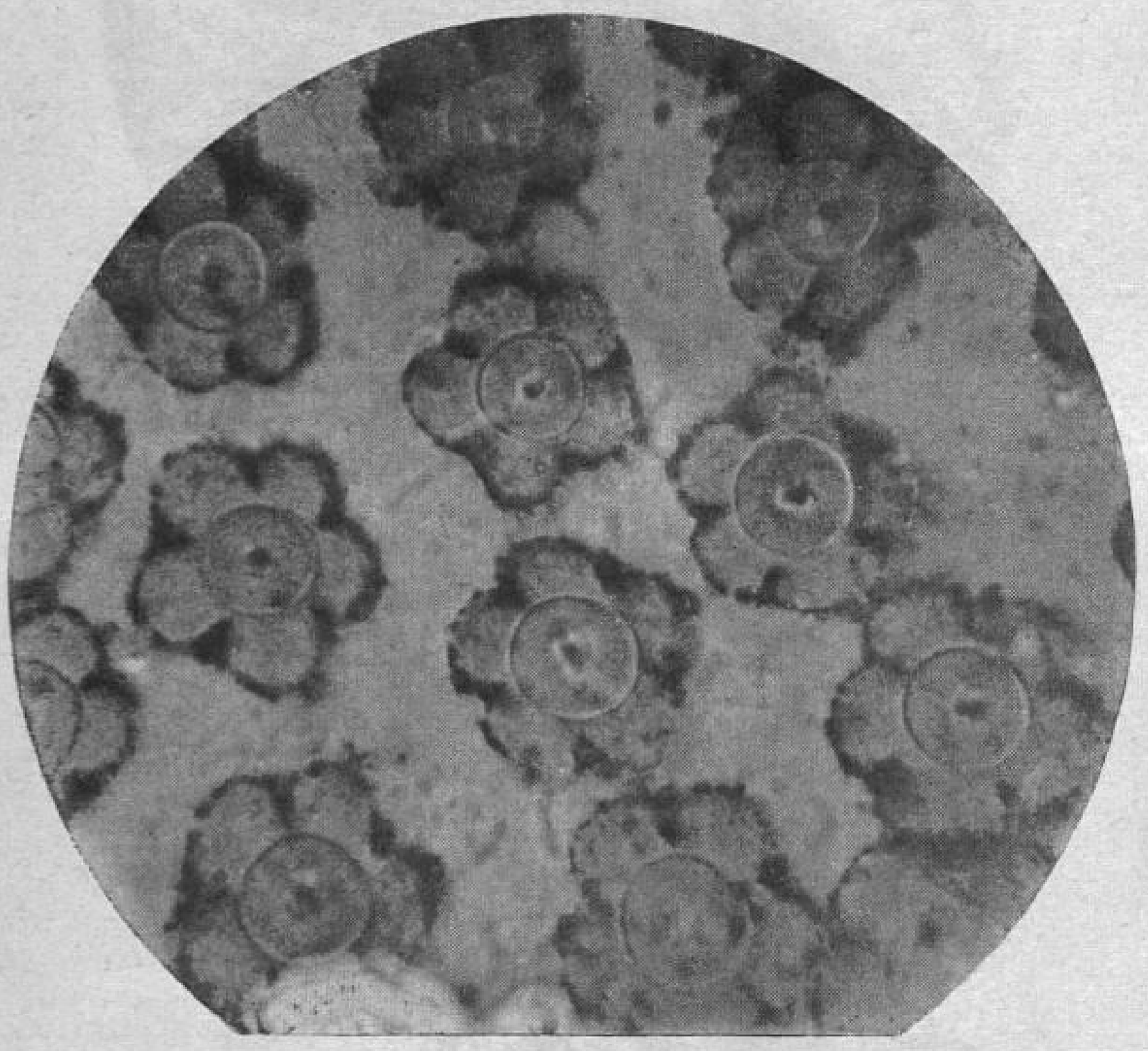


Fig. 19. — Cellule mère et rhabdome, en coupe transversale.

Au-dessous de ces cellules sensorielles qui rappellent la première couche des éléments constitutifs de la rétine des êtres supérieurs, se trouvent des cellules bipolaires non imprégnées de pigment, à prolongements épais, à noyau volumineux entouré d'une assise protoplasmique fort mince, et dont le protoplasma d'aspect fibrillaire semble se cantonner surtout aux extrémités du corps cellulaire. Du côté de l'œil, ces cellules envoient des prolongements qui perforent la couche basale, cheminent, souvent réduits en filaments ténus, dans le protoplasma de cette couche en contournant les noyaux épithéliaux pendant un temps plus ou moins long — l'espace de deux à trois cellules par exemple — avant d'aboutir aux cellules mères des rhabdomes. Un nombre assez variable de prolongements aboutit à

chacune des cellules mères. Il semble même que, souvent, la même cellule bipolaire puisse innerver par différents prolongements plusieurs rhabdomes.

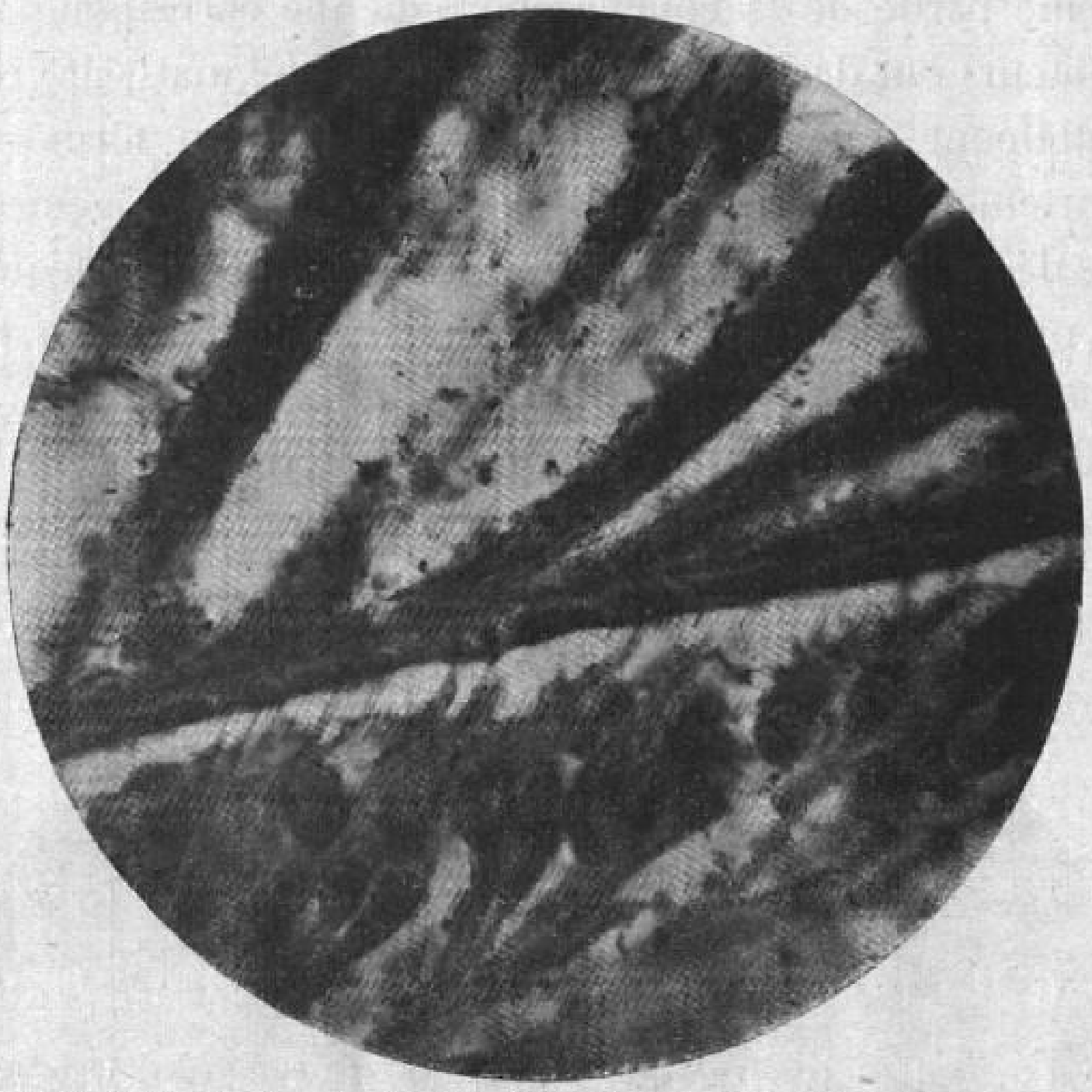


FIG. 20. — Prolongements des cellules bipolaires du ganglion optique traversant l'épithélium sous-rétinien.



FIG. 21. — Terminaison des cellules bipolaires (ganglion optique) dans les cellules mères de rhabdome. Prolongements cellulifuges allant au lobe optique du cerveau.

On rencontre même, fréquemment, des anastomoses entre ces différentes cellules ganglionaires au niveau de la couche basale *(fig. 20 et 21)*.

A l'extrémité proxinale, les prolongements se réunissent, par groupes distincts, en un certain nombre de faisceaux de fibres nerveuses qui se rendent à la couche suivante immédiatement adhérente au cerveau *(fig. 21)*.

On est généralement d'accord pour considérer l'ensemble de ces cellules bipolaires comme constituant un *ganglion optique* qui, au point de vue du développement se différencierait de très bonne heure, d'après *Roule*, de la zone profonde de la formation ectodermique qui constitue l'œil.

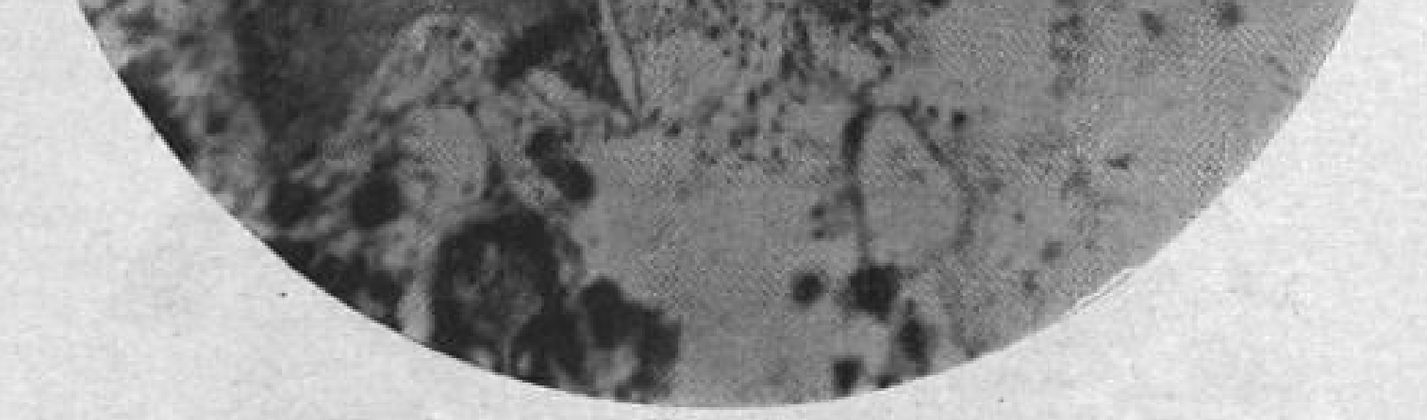


Fig. 22. — Rapports du cerveau avec l'œil (après dépigmentation).

Dans le cas qui nous occupe, une membrane anhyste, très fine, semble grouper ces cellules nerveuses en un amas plus ou moins nettement ganglionaire toujours distinctement séparé du cerveau *(fig. 22 et 23)*.

En appliquant à ces observations la théorie actuelle du fonctionnement des neurones telle que, dans leurs travaux, *Ranvier* et *Cajal* l'ont donné pour les organes de la vision des vertébrés, il est aisé de voir que ces cellules bipolaires à prolongements cellulipètes de nature protoplasmique, plus ou moins réduits, embrassant les éléments sensitifs, à prolongements cellulifuges très longs, fibrillaires, dont les terminaisons libres se rendent aux cellules nerveuses de la couche suivante, correspondent évidemment aux *neurones sensitifs périphériques*, immédiatement sous-jacent aux cellules sensorielles, et représentent en fait la deuxième zone de la rétine des animaux supérieurs.

La région cérébrale où aboutissent les prolongements fibreux issus des

cellules bipolaires qui constituent le ganglion optique est nettement spécialisée. C'est une portion volumineuse, ovalaire, sorte de *lobe optique* qui

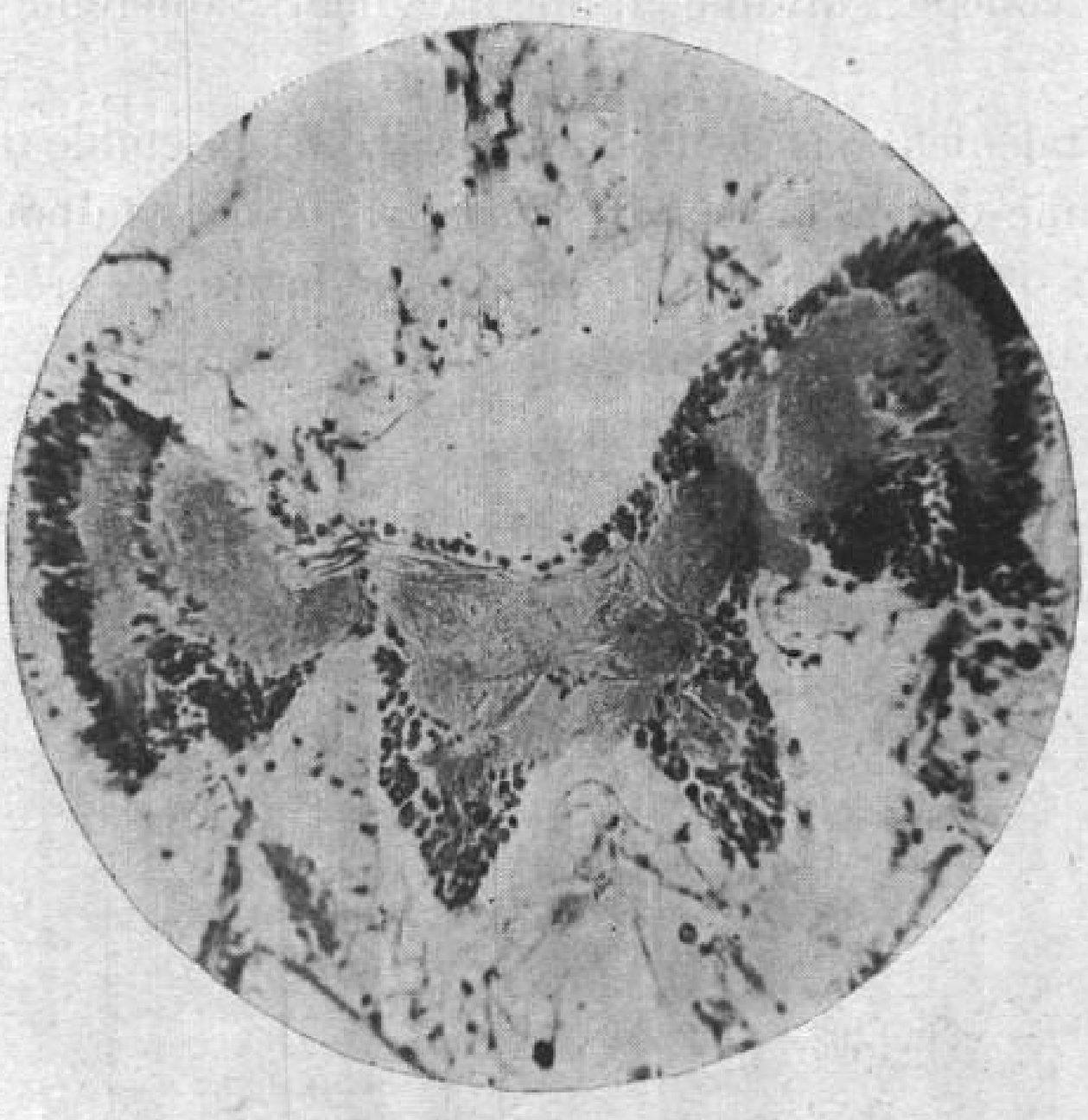


FIG. 23. — Cerveau (coupe frontale) avec les lobes optiques.

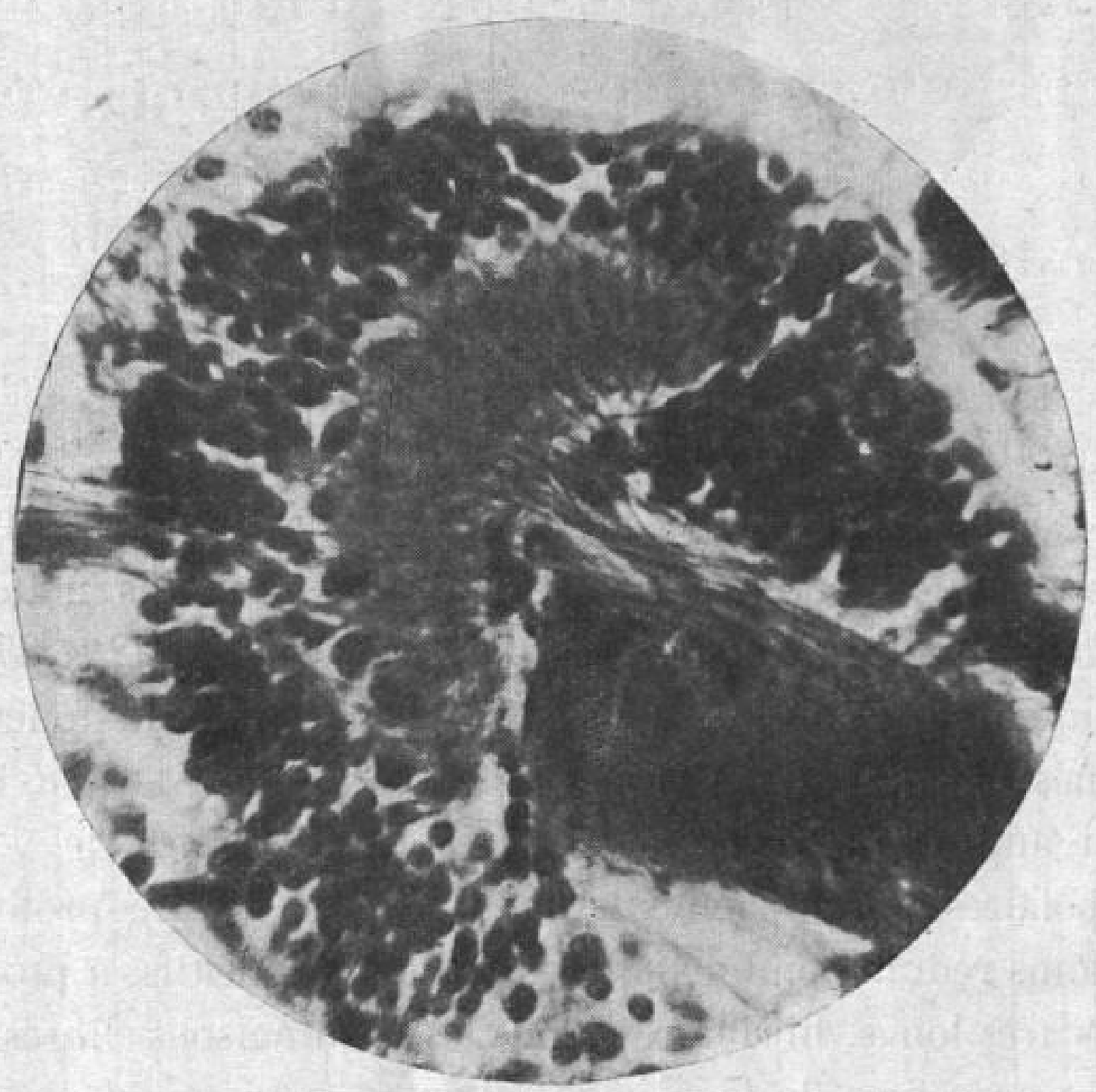


FIG. 24. — Lobe optique et bandelette optique.

tend d'une part à s'étaler vers l'extérieur et à augmenter sa surface et qui, d'autre part, est plus ou moins étroitement relié au cerveau central dont elle est une dépendance directe *(fig. 22 et 23)*. Histologiquement, elle

constitue une sorte de noyau de fibres inclus dans un amas cellulaire nerveux.

Ces cellules présentent des prolongements cellulipètes courts et articulés avec les prolongements fibreux des cellules bipolaires, et des terminaisons cellulifuges longues et cylindraxiles qui tendent à s'entrecroiser pour atteindre la partie centrale du cerveau. Ces derniers sont assez rétrécis en certains points pour rappeler dans leur ensemble, à bien des points de vue, une *bandelette optique (fig. 24 et 25)*.

Ce *lobe optique* du cerveau est évidemment constitué par les représentants des *neurones sensitifs profonds* des êtres élevés, non encore détachés du cerveau, sans doute, mais aisément homologuables à la troisième couche de la rétine des animaux supérieurs.

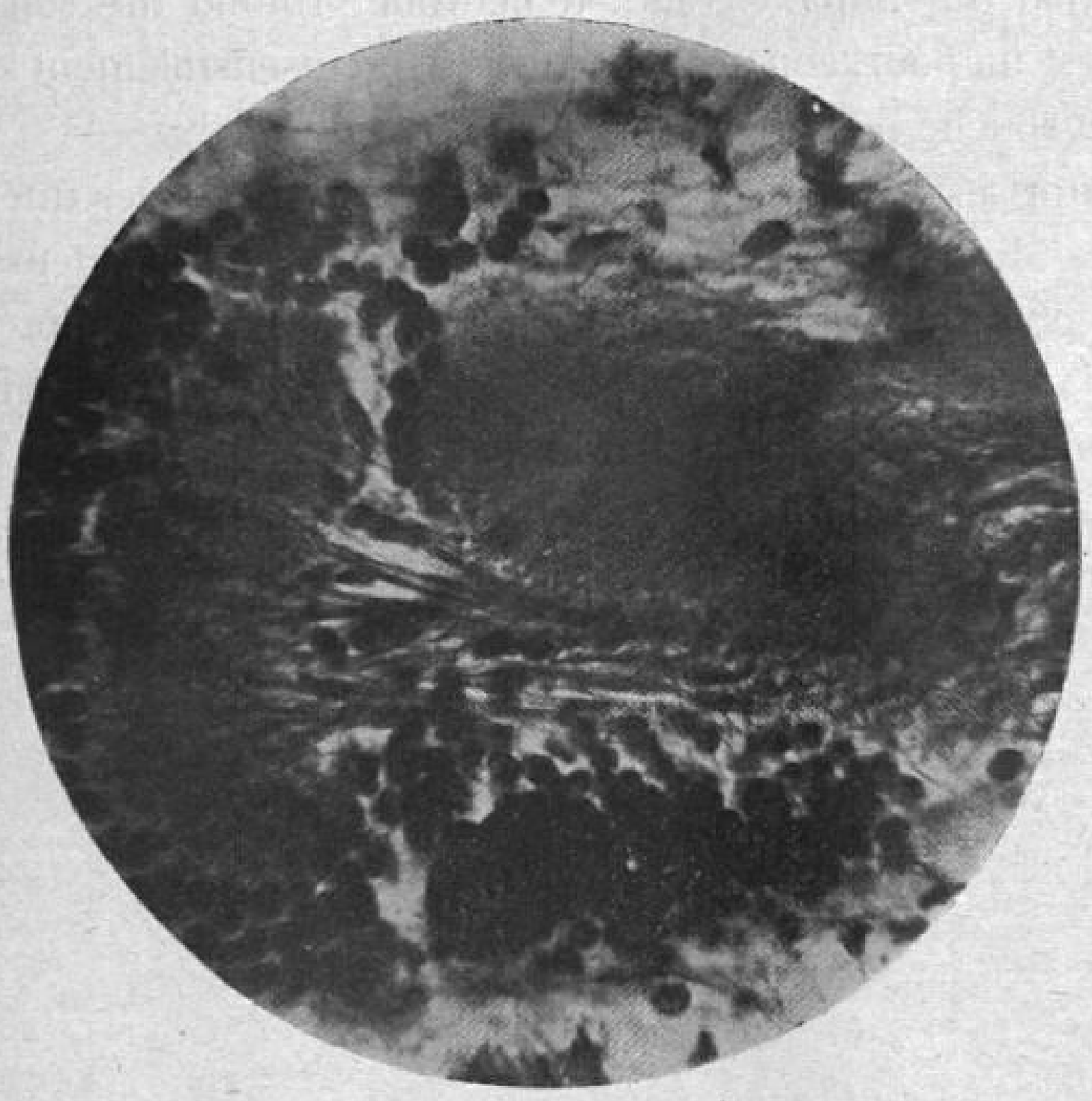


Fig. 25. — La bandelette optique, réunissant le lobe optique au cerveau central.

En résumé, l'interprétation de l'œil des Hippérinnes, en se basant sur les données histologiques même que nous fournit l'examen microscopique, devient simple. Le cristallin, homogène, production de la cellule cristallinienne offre le maximum de contact à l'élément sensitif ou rhabdome et s'étale dans ce but en une tête circulaire très dilatée.

La cellule sensorielle, très pigmentée pour retenir la plus grande partie des radiations lumineuses contient un produit cellulaire, le rhabdome, collectionnant les sensations que lui transmet l'élément précédent dont elle enchâsse de toute part la terminaison dans une cupule circulaire.

Le neurone sensitif périphérique, par un simple phénomène de contact

perçoit le résultat de cette sensation et le communique au neurone sensitif central.

Cellule sensorielle, neurone sensitif périphérique et neurone sensitif profond, éléments dissociés chez nos Crustacés, sont susceptibles chez d'autres êtres de s'associer en une zone complexe et relativement homogène, telle que la rétine des animaux supérieurs.

Bien plus, l'anatomie comparée, concordant en cela avec l'embryogénie nous montre que phylogéniquement aussi bien qu'ontogéniquement, les trois couches fondamentales de la rétine ont une même origine dans les deux cas.

Les cellules sensorielles et le neurone périphérique (ganglion optique de Roule) dérivent d'une même formation ectodermique et se séparent ultérieurement par un simple clivage; le neurone profond tire son origine du cerveau ; c'est un bourgeon secondaire qui tend insensiblement à se détacher de l'élément souche pour s'accoler aux parties de l'œil.

Ainsi comprise, la notion de la vision chez les Crustacés inférieurs, sans infirmer les données histologiques constatées par les auteurs pour des organismes plus élevés, semble de nature à simplifier la compréhension du mécanisme souvent fort complexe de cette fonction chez les Arthropodes. Par là même, cette étude n'offrirait pas seulement l'intérêt scientifique immédiat qui s'attache à toute question d'histologie pure.

M. Paul A-MANS

Docteur ès sciences, à Montpellier.

GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE ET COMPARÉE DES AILES RIGIDES

[591.47 : 595.7]

— Séance du 11 septembre —

Lorsque j'ai étudié les organes du vol dans la série animale (Thèse de Sorbonne 1885), j'ai laissé de côté les ailes dures, rigides, des Coléoptères. Comme la plupart de ces Insectes ont le vol lourd, défectueux, j'ai cru pouvoir négliger leur étude, sans nuire aucunement à la valeur de mes conclusions. Leur étude, néanmoins, n'est pas dépourvue d'intérêt aéronautique ; chez les Coléoptères à vol passable, les élytres doivent se conformer au vol, jouer tout au moins le rôle d'aéroplane ; la rigidité, qui est

certainement un défaut dans un organe quelconque de propulsion devient ici une qualité, en nous représentant figées et immuables le minimum de conditions requises par le vol. La recherche des facteurs communs de ce genre de vol est facilitée par mes études antérieures ; mais j'ai trouvé des particularités difficiles à expliquer. Qu'on veuille bien considérer le présent mémoire comme un premier essai, une préparation de chantier.

Pour étudier la forme d'une élytre, je vais la projeter sur trois plans perpendiculaires entre eux, passant par l'articulation de l'élytre, plus exactement par le centre d'insection sur l'apophyse alifère. Un des axes tout indiqué est la droite qui va de l'articulation à l'extrémité du distum. Les trois plans sont :

1° L'*horizon* ou plan sustenseur, plan passant par cet axe et un point tel que l'élytre donne en projection son maximum de surface. Cette condition est généralement remplie en adoptant un point situé en avant de l'articulation dans la partie la plus externe et inférieure du bord antérieur. Ainsi, chez *Lucanus*, ce point est l'extrémité inférieure d'une arête très accusée, rectiligne ; parfois, il n'y a pas d'arête, et le bord antérieur est arrondi à ce niveau ; en tout cas, le point est choisi et rigoureusement coté par ses ordonnées ;

2° Le *front*, plan passant par l'axe disto-proximal, perpendiculairement au plan sustenseur ;

3° Le *profil*, perpendiculaire aux deux précédents.

Horizon. — L'horizon a un contour triangulaire à base centripète. Le maximum de largeur n'est pas cependant à l'articulation même ; si on coupe l'élytre par des plans perpendiculaires à l'axe disto-proximal, on trouve toute une zone, où les sécantes ont des projections sensiblement égales. Les oiseaux ont aussi cette zone élargie dans l'avant-bras. On pourrait appeler petit axe cette largeur, par opposition à l'axe disto-proximal ou grand axe ; le rapport du petit axe au grand axe est :

Ateucus.	56 0/0	Cicas	35 0/0
Bousier.	51 0/0	Mantis	25 0/0
Lucanus	42 0/0	Volucelle	33 0/0
Melolontha	25 0/0	Vespa.	28 0/0
Dytiscus	36 0/0	Æschna.	23 0/0
Acridium	20 0/0		

Si on ajoute le petit axe de l'aile postérieure à celui de l'antérieure, ce rapport devient :

Vespa.	50 0/0	Mantis	70 0/0
Æschna.	50 0/0	Macroglosse	75 0/0
Acridium	65 0/0	Lucanus.	66 0/0
Cicas	63 0/0	Bousier.	68 0/0

On pourrait en conclure que les Insectes à vol rapide ont 50 0/0 de largeur, et les autres de 65 à 75 0/0.

La distance du petit axe au plan de profil, divisée par le grand axe, donne un rapport très variable chez les Insectes, si on ne considère qu'une aile. Ce rapport est plus grand dans l'aile antérieure que dans l'aile postérieure ; il varie dans les élytres de 20 à 50 0/0 ; ce rapport est voisin de 33 0/0 chez les Volucelles et la plupart des Diptères. Ce rapport de 33 0/0 ou un tiers paraît être la règle, si on considère l'ensemble des deux ailes antérieure et postérieure comme une aile unique.

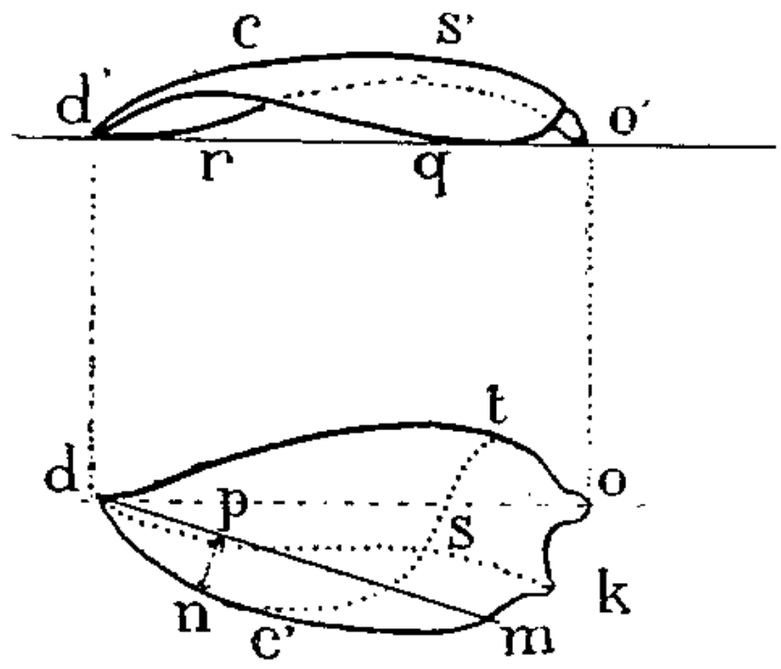


FIG. 1.

La figure 1 représente les projections frontale *(o'd')* et horizontale *(od)* d'une aile de Lucane. Dans la figure 2, nous avons les schémas horizontaux

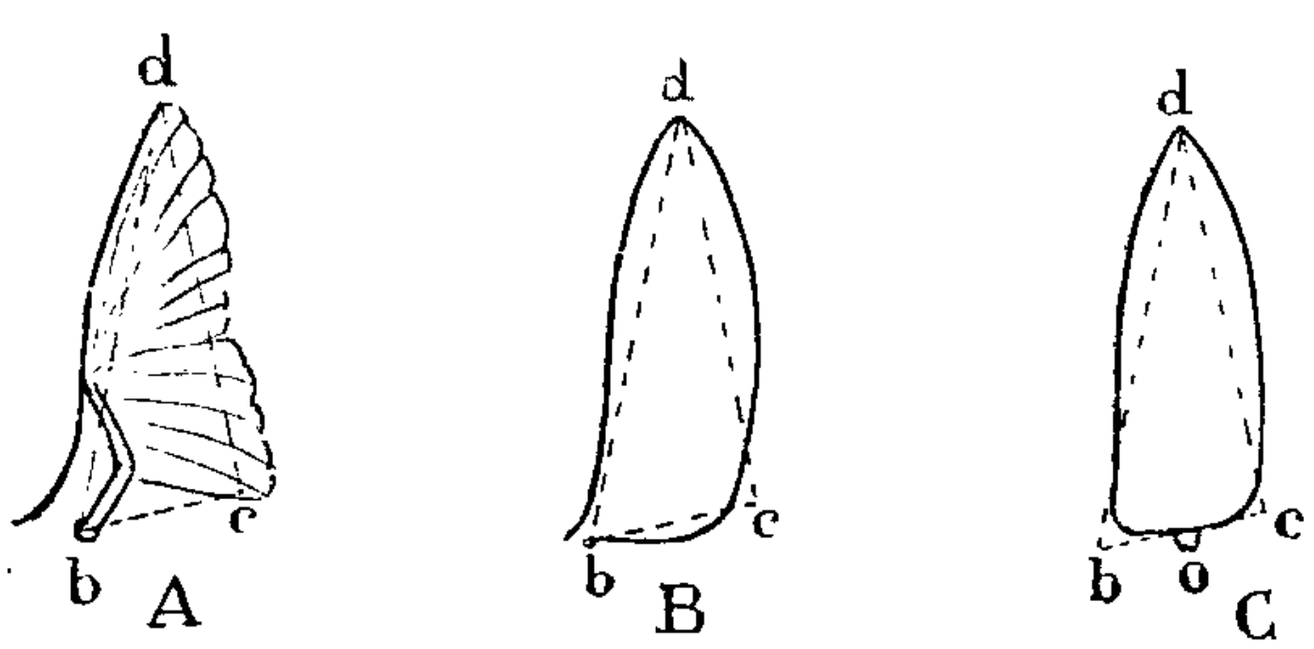


FIG. 2.

d'une aile d'Oiseau A, d'une aile d'Insecte membraneuse B, d'une aile rigide de Coléoptère C. La figure 3 montre l'ondulation du bord antérieur chez des espèces très différentes.

Le bord antérieur des élytres présente, comme dans les ailes membraneuses, une ligne courbe, convexe en avant ; elle est souvent ondulée, à plusieurs branches, comme dans la figure 3, et dans ce cas les courbures vont en diminuant de la base au distum. Nous remarquerons, dans le schéma de l'élytre *(fig. 2)*, que l'articulation n'est plus au niveau de l'angle antérieur, mais en arrière plus rapprochée, de l'angle postérieur ; c'est là sans doute une mesure de protection, qui n'a rien à voir avec le vol : l'angle antérieur de l'élytre forme une sorte de poche triédrique, dans laquelle se loge la région sous jacente du mesothorax.

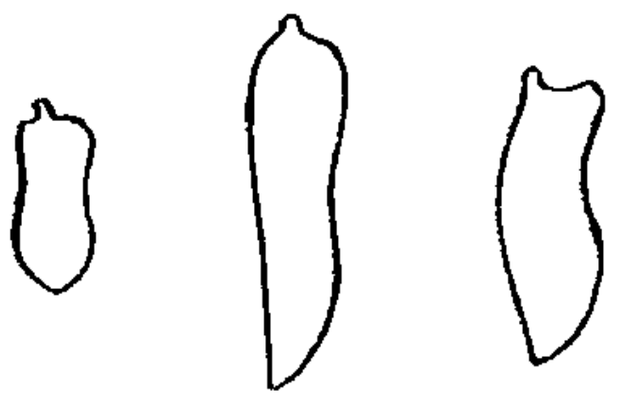


FIG. 3.

Pour comparer les courbures du bord antérieur, je joins le distum *d* *(fig. 1)* au premier point d'inflexion *(m)* ; soit *n* le sommet ou point de la

courbe tel que sa distance *np* à *md* soit maximum. Le rapport $\frac{np}{md}$ varie de 10 à 20 0/0 ; il est plus élevé que dans l'aile postérieure.

La distance *nk* de ce point au plan de profil par rapport au grand axe *od* varie peu d'une espèce à l'autre. On peut prendre $\frac{nk}{od} = 70$ 0/0 comme une moyenne dans les élytres ; cette moyenne est plus élevée dans les ailes membraneuses. Voici, du reste, un tableau des ailes membraneuses de divers ordres d'Insectes :

		Courbure du bord antérieur ou $\frac{np}{md}$	Distance de la base $\frac{nk}{od}$
Æschna. .	Aile ant	14 0/0	80 0/0
	Aile post. . . .	12 0/0	83 0/0
Vespa. . .	Aile ant	10 0/0	80 0/0
	Aile post. . . .	7,6 0/0	79 0/0
Volucelle		9,5 0/0	73 0/0
Cicas . . .	Aile ant	14 0/0	60 0/0
	Aile post. . . .	12 0/0	63 0/0
Acridium .	Aile ant	10 0/0	60 0/0
	Aile post	8 0/0	78 0/0
Mantis . .	Aile ant	8 0/0	60 0/0
	Aile post	7 0/0	70 0/0
Tipule		12 0/0	86 0/0
Lépidoptères	Aile ant. . . .	16 0/0	57 0/0
	Aile post. . . .	9 0/0	56 0/0
Lucanus . .	Élytre	18 0/0	66 0/0
	Aile post. . . .	14 0/0	70 0/0
Bousier . .	Aile ant	18 0/0	74 0/0
	Aile post. . . .	11 0/0	76 0/0

On pourrait conclure de ce tableau que : 1° les Insectes à battements rapides ont une faible courbure, 10 0/0, au sommet du bord antérieur horizontal, et que la distance de ce sommet au plan de profil est les 80 0/0 du grand axe ; 2° les Insectes à battements lents ont une courbure plus forte, entre 10 et 15 0/0, et la distance du sommet à la base est les 70 0/0 du grand axe.

On observe des faits semblables dans les plumes digitales des Oiseaux ; ainsi les Moineaux et les Grives ont une faible courbure de 5 à 7 0/0 ; cette courbure monte à 12 0/0 chez les Dindons, à 16 0/0 chez les Poules. La distance du sommet à la base est les 60 0/0 du grand axe dans une plume du pouce du Dindon ; elle n'est plus que les 53 0/0 dans les plumes cubitales. Il y a sûrement un rapport entre les chiffres de ce tableau, la résistance aérienne, la masse et la vitesse des ailes ; mais on ne saurait

l'établir par l'étude seule du bord antérieur; il faudrait y joindre celle des nervures médianes et postérieures chez les Insectes, ainsi que celle de toutes les plumes chez les Oiseaux. Je ne donne donc que sous toutes réserves ma distinction entre Insectes à battements rapides et Insectes à battements lents.

Front. — Les bords antérieur et postérieur de l'élytre donnent en projection frontale un 8 de chiffre (voir front de Lucane dans *fig. 1*, et front d'Oiseau dans *fig. 4)*. C'est le bord postérieur qui, au distum, forme la boucle inférieure, si bien qu'à ce niveau la face inférieure de l'élytre regarde en avant; au proximum, elle regarde en arrière : on peut donner le nom de torsion à ce phénomène; nous l'étudierons plus loin de plus près.

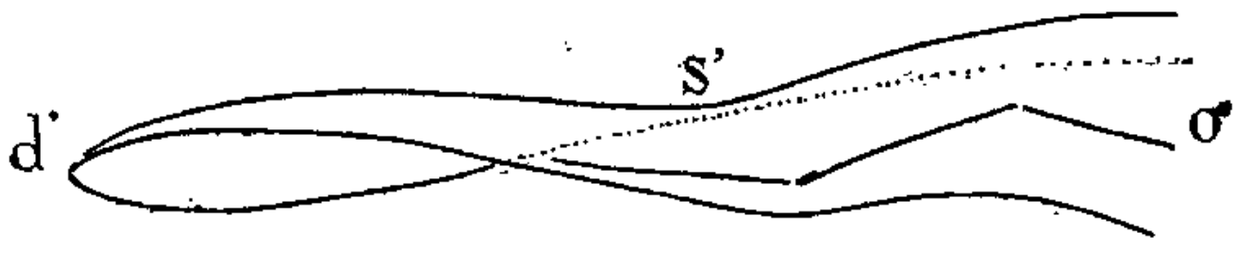
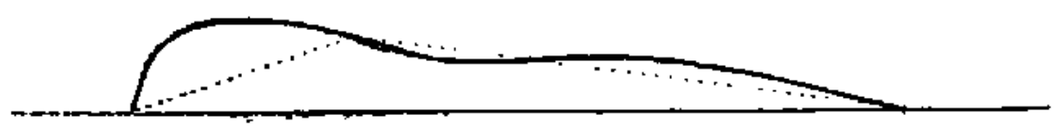


FIG. 4.

Le contour apparent de front *(o's'd', fig. 1)* est une ligne courbe présentant sa concavité en bas; elle est souvent ondulée, dans les élytres allongées; cette ondulation est un phénomène constant dans les ailes élastiques. Dans ce cas, la face dorsale de l'aile présente un léger creux, dont la profondeur maximum atteint parfois les 5 ou 6 0/0 du grand axe. Ce creux ou zone d'inflexion (très accusé en *s'* dans la *figure 4)* caractérise la locomotion animale en général. La face plantaire du pied, par exemple, présente une figure analogue; si on la coupe par un plan frontal, on obtient une ligne ondulée à trois branches, les deux extrêmes,


FIG. 5.

c'est-à-dire la digitale et la métatarsienne, concaves en bas, la médiane convexe en bas. Celle-ci est l'analogue de la zone d'inflexion citée plus haut; on comprend la nécessité de cette convexité distale; lorsque le pied s'élève pour se porter en avant, il tourne, non pas sur le calcanéum, mais sur cette convexité; c'est une sorte de condylarthrose, le sol formant cavité, et l'éminence la tête correspondante. La locomotion animale ne se faisant jamais sur un sol ou dans un milieu homogène, la surface d'appui est variable chez un même animal; il y a une inflexion osseuse fixe du squelette, et une inflexion variable, grâce au jeu des pièces dures et des muscles. Cette étendue de variabilité a cependant des limites : un pied de cheval fait très mauvaise figure dans une épaisse couche de sable mouvant; de même l'aile de l'Oiseau pourrait servir à nager, mais mal. Concluons :

Le contour apparent de front est une ligne ondulée, de forme variable suivant la résistance du milieu; la courbure des branches va en diminuant de la base au distum.

La projection horizontale de ce contour apparent *(osd, fig. 1)* est ondulée.

La hauteur maximum du front *s'q* varie de 7 à 27 0/0 de la longueur du grand axe; le point *s'* ou *pic* est situé à une distance de la base très variable, de 20 à 80 0/0 du grand axe, habituellement à 60 0/0.

Un autre point intéressant du front est le cintre ou point du bord antérieur qui est le plus élevé sur l'horizon *(r, fig. 1)*.

	$\frac{cr}{od}$	$\frac{or}{od}$
Melolontha	15 0/0	70 0/0
Bousier	14 0/0	75 0/0
Lucane	12 0/0	70 0/0
Ateucus	7 0/0	56 0/0
Procustes	16 0/0	60 0/0
Dytique	12 0/0	60 0/0
Hydrophile	14 0/0	52 0/0

Dans les élytres allongées où l'ondulation frontale est très nette, le cintre est plus bas $\left(\frac{cr}{od} = 5 \text{ à } 6\ 0/0\right)$ et plus rapproché de la base $\left(\frac{or}{od} = 40\ 0/0\right)$. Ces élytres se rapprochent ainsi des ailes membraneuses où la hauteur du cintre est de 2 à 5 0/0 seulement.

Chez les Coléoptères qui ont les plus grandes hauteur et ordonnée (1) du cintre, le front a, au distum, l'aspect d'une griffe (Melolontha, Bousier). Les ailes bien conformées pour le vol n'ont pas cet aspect. Cette courbure est liée sans doute à la protection de l'abdomen et n'a aucun rapport avec le vol. En aucun cas, cependant, nous ne trouvons cet aspect dans les sections de profil; les courbures vont en diminuant du proximum au distum. C'est une loi générale qui ne souffre aucune exception, même chez les Insectes à griffe distale.

Le bord postérieur de l'élytre est situé dans le plan de symétrie bilatérale : c'est donc une courbe plane, contrairement à tous les bords postérieurs des ailes membraneuses; elle présente sa concavité en bas et en avant. Je n'insisterai pas sur la forme du bord postérieur; son importance est bien minime, à côté de celle du bord antérieur.

Profil. — Le contour apparent de profil se projette sur le plan de profil suivant une ovale à gros bout en avant *(fig. 6)*, et sur l'horizon suivant

(1) La hauteur d'un point est sa distance ou longueur de perpendiculaire sur le plan horizontal ; l'ordonnée est sa distance au plan basilaire de profil : l'abscisse est sa distance au plan disto-proximal de front. L'abscisse est positive ou négative suivant qu'elle est en avant ou en arrière de ce dernier plan.

une espèce de virgule *c'mots (fig. 1)*. La branche externe *tcs'* a une ondulation semblable à la ligne de flexion des ailes de Cigale (1).

Le profil apparent passe par le cintre et le pic; c'est sur le pic qu'il se croise avec le front apparent. Le pic est situé en avant, en arrière, ou sur la même ligne que le cintre; le pic est plus rapproché du proximum que le cintre dans les élytres bien conformées pour le vol : dans celles-ci, l'air entre par le cintre distal, se précipite et s'engouffre dans le creux axillaire au-dessous du pic. Je ne donnerai pas une valeur absolue aux coordonnées du pic; le choix du plan horizontal ou sustenseur n'est précis qu'à quelques degrés près, si bien que, suivant le choix de ce plan, on peut avoir des abscisses et des hauteurs légèrement différentes, insuffisantes cependant pour altérer le sens de mes conclusions.

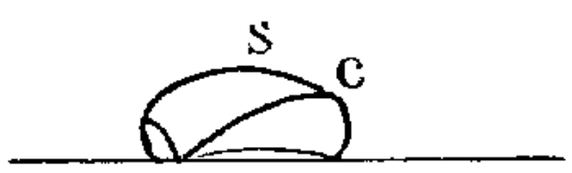


Fig. 6.

Pour connaître plus exactement la forme des élytres, je ferai des sections planes par des plans parallèles à celui de profil et assez rapprochées pour n'omettre aucun détail. On pourrait ainsi raccorder les sections à l'ébauchoir, comme, en géométrie plane, on trace une courbe continue par points successifs.

Soit *(fig. 7)* une section de profil chez Lucanus; nous remarquons, comme dans toutes les ailes, que l'épaisseur va en augmentant d'arrière en avant, que la courbure est plus grande en avant qu'en arrière. On voit aussi, mais le fait n'est pas constant, que la ligne supérieure a un point d'inflexion au voisinage du bord antérieur. Cette ondulation se présente en général dans la région basilaire; il s'agit ici d'une figure de squelette, rigide, mais une ondulation analogue et variable peut exister dans les ailes membraneuses, par le jeu des muscles, sur les versants du dièdre basilaire. La corde *rk* fait, avec le plan sustenseur, un angle variable suivant la distance du plan secteur au proximum. Voyons de plus près ces divers phénomènes.

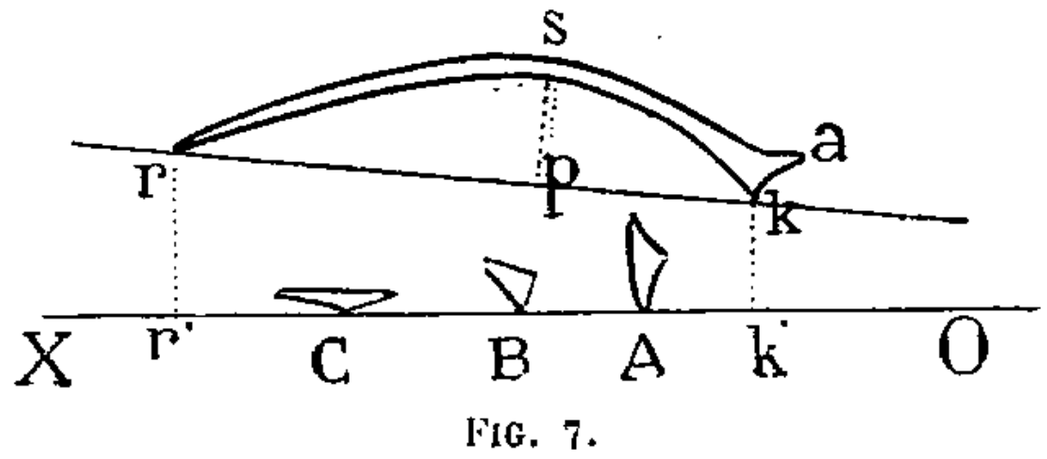


Fig. 7.

Le bord antérieur forme un rebord épais de 1 millimètre au proximum; le centre en est creux, car les deux feuillets s'y désadossent à ce niveau; le restant de l'élytre a une épaisseur de $0^{mm},25$. L'épaississement est, de forme générale, triangulaire; le triangle n'est équilatéral que vers le milieu du bord antérieur B *(fig. 7)*; au proximum A, son grand côté est voisin de la verticale, et, au distum C, de l'horizontale. C'est là une nécessité mécanique, que nous retrouvons dans les nervures des na-

(1) Voir *Comparaisons des organes du vol, Annales du Museum*, 1885, p. 111.

geoires (1); toute construction de nervures artificielles doit tenir compte de ce facteur.

Pour avoir une idée de la courbure et de la torsion, j'ai recueilli les chiffres suivants chez Lucanus, obtenus par des sections de profil.

Ordonnée du plan sécant.	Rapport de la flèche à la corde $\frac{sp}{rk}$	$\frac{kp}{kr}$	Angle au sommet.	Angle de la corde avec l'horizon.
3 millimètres . .	40 0/0	15 0/0	85°,5	0°
5 — . .	35 0/0	31 0/0	105°	0°
9 — . .	25 0/0	41 0/0	126°	2°
13 — . .	22 0/0	48 0/0	132°,5	6°,5
17 — . .	21 0/0	39 0/0	133°	10°,5
21 — . .	21 0/0	36 0/0	130°	22°
23 — . .	8 0/0	»	180°	31°
25 — . .	pointe distale.			

J'ai fait des tableaux semblables pour d'autres Coléoptères aussi peu parents que possible, en y joignant les angles de *rs* et *sk* avec la corde et l'horizon.

L'angle au sommet peut servir à mesurer le dièdre; il augmente du proximum au distum de la valeur d'un angle droit, d'abord rapidement puis plus lentement; il passe même par un second minimum (à la section 21 chez Lucane). Ce second creux est la règle dans presque toutes les élytres.

Nous le retrouvons aussi dans les ailes d'Oiseau en extension; ainsi chez le Goëland, l'angle au sommet est voisin de 90° près de la base (ordonnée $= \frac{1}{7}$ du grand axe); il monte jusqu'à 144° avant d'arriver à l'ordonnée $\frac{1}{3}$, où il descend à 127°; à partir du tiers de l'aile, il croît jusqu'à 180° au distum.

Le front de l'élytre *(fig. 1)* nous montre que la face inférieure regarde en avant au distum, en arrière à la base. La *torsion* est dite *positive;* on peut représenter cette torsion par une courbe; je prends comme abcisses les distances des sections de profil au plan basilaire de profil, et comme ordonnées des longueurs proportionnelles aux angles des cordes avec le plan d'horizon (angle de *rk* avec *ox* dans *fig. 7*). On obtient une branche parabolique chez Lucanus. C'est la forme la plus simple, mais, en général, la branche distale est ondulée. Toutes ces courbes ont une partie commune, une branche descendante au proximum, suivie d'une branche ascendante,

(1) Le rapport au grand axe de l'épaisseur prise à l'articulation huméro-cubitale est de :
3 0/0 chez Étourneau, Macreuse;
2,5 0/0 chez Goëland;
7,5 0/0 chez Perdreau;
4 0/0 chez Lucanus.

et ascendante rapidement à la façon des courbes paraboliques. Cette branche distale est, en général, celle qui a le plus de longueur (Bousier, Lucane, Dytique); elle est moins développée chez Melolontha, Ateucus, Hydrophile; elle se termine quelquefois par une petite ligne parallèle à l'axe des abcisses ou même un petit crochet descendant peu accusé chez Bousier, Lucane (1), très accusé chez Coccinelle, Cetonia.

La branche proximale est parfois absente (Cetonia).

La discussion de ces courbes n'est possible qu'en les comparant avec celles des animaux volant bien; mais, si varié que soit leur aspect et quelles qu'en soient les causes (aéronautiques ou autres), cet aspect traduit un phénomène constant, la torsion de l'élytre.

Dans mon premier travail sur les organes du vol, j'ai montré la possibilité de torsion, mais sans mesurer les angles: Cette omission est fort compréhensible avec des ailes élastiques d'Insectes ou d'Oiseaux; l'élaaticité des nervures ou des plumes combinée avec le jeu des muscles et la résistance aérienne permet des variations de concavité et de torsion très difficiles à saisir, même par des photographies; mais ici, avec des ailes dures, il s'agit de torsions définitives, aussi faciles à mesurer que la torsion de l'humérus chez les Vertébrés, ou celle des nervures dans les nageoires des Poissons. Une fois l'attention attirée sur ce phénomène, on peut le chercher, et on le découvre, dans toutes les ailes d'Oiseau.

On ankylose l'aile dans l'extension, et on la fixe sur un plan passant par le centre de l'articulation scapulo-humérale, l'extrémité de l'aile, et un troisième point, choisi de manière à avoir sur ce plan une projection d'aire maximum, comme j'ai fait pour les élytres; le choix de ce point peut légèrement varier avec l'observateur, mais sans nuire à la netteté du phénomène de torsion. On procède comme pour les élytres, par des sections planes de profil; la corde des sections fait avec le plan sustenseur des angles qui d'abord augmentent, puis diminuent, passent par un minimum et croissent rapidement en allant vers le distum.

La figure 8 donne des courbes de torsion de Goëland, Étourneau, Pigeon, comparées à celles de Lucanes et Géotrupes.

La torsion totale est de :

Procustes.	16°	Dytique.	13°
Ateucus	12°	Æschna	26°
Bousier.	10°	Perdreau.	15°
Lucane.	31°	Macreuse.	19°
Géotrupes.	10°	Pigeon	15°
Melolontha	15°	Goëland	29°
Cetonia.	15°	Étourneau	32°

(1) Même observation chez Æschna. — Le crochet descendant est plus fréquent dans les courbes déduites des sections sphériques; pourquoi?

Je soumets ces données nouvelles aux mathématiciens; elles rendront évidemment les calculs plus difficiles que si on assimile l'aile à une

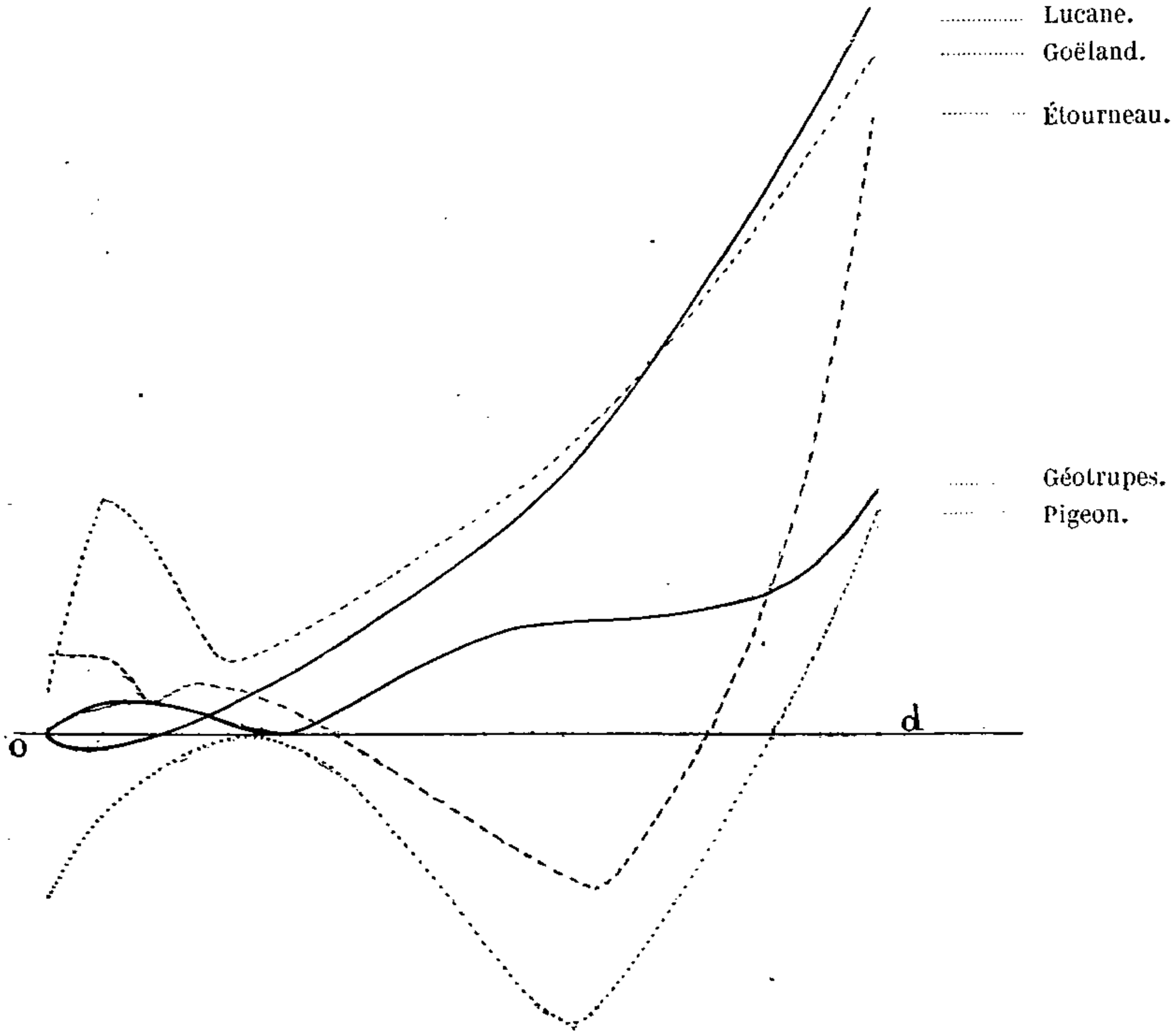


FIG. 8.

planche, ou même à une hélice géométrique; mais enfin l'aile n'est pas une planche, et son épure n'a rien de commun avec celle des hélices de paquebot. J'ai donc le droit de dire que tous les calculs basés sur une telle assimilation sont faux.

Il y a entre l'aile et les surfaces basées sur le pas de vis, sur l'hélice géométrique, trois différences fondamentales : 1° la concavité; 2° le sens positif de la torsion; il faut y ajouter la marche ondulée, soit de la concavité, soit de la torsion; 3° l'ondulation de la surface.

On a quelquefois proposé des hélices marines en forme de cuillère : on prend mieux la soupe évidemment avec une cuillère qu'avec une pelle. Est-ce là l'idée qui a guidé les promoteurs de cette forme? elle n'est qu'à moitié heureuse.

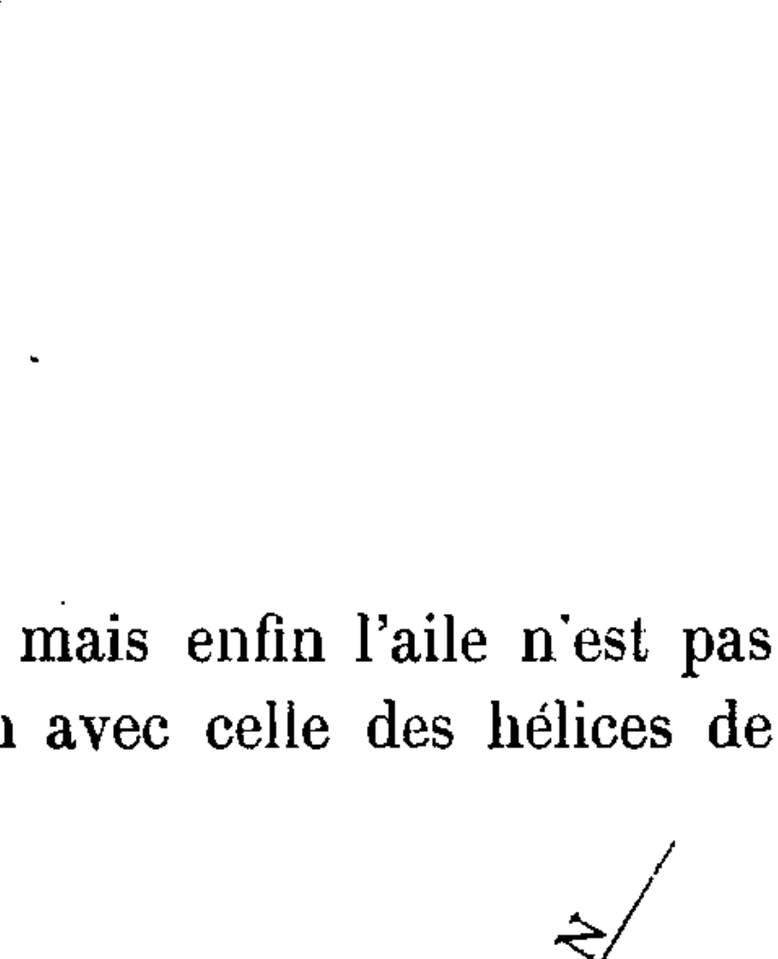


FIG. 9.

On pourrait se rapprocher de l'aile, en découpant la cuillère sur un paraboloïde; on prendrait comme analogue du plan sustenseur un plan MN *(fig. 9)*, rapproché du sommet, et très incliné sur l'axe du paraboloïde. Les courbures du front et celles des sections de profil se rapprocheraient ainsi de celles de l'aile; on pourrait même découper les bords antérieur et postérieur, de manière à avoir la torsion positive; mais nous n'aurons pas ces phénomènes d'inflexion, d'ondulation si caractéristiques de l'aile.

L'explication que j'ai donnée plus haut de l'inflexion, en l'assimilant à l'éminence plantaire du pied, est, en somme, basée sur le mouvement alternatif; on peut se demander à quoi elle servirait dans un mouvement circulaire continu. J'ai fait des expériences avec des surfaces planes, cylindriques, hélicoïdales ondulées; j'ai trouvé que les molécules cheminent plus aisément sur une surface ondulée que sur les autres, que le mouvement soit continu ou alternatif. Je pourrais en donner une démonstration assez curieuse avec ma machine à enfiler des perles ; les hernies sont plus fréquentes avec la ligne droite qu'avec la ligne ondulée. De même ma raboteuse à front de marsouin fait d'admirable copeaux silencieux, là où tout autre outil crie dans la poussière ou la boue. J'espère bien en donner bientôt une démonstration plus saisissante dans une autre application industrielle.

Pourquoi l'aile présente une torsion positive, figée, à peu près immuable dans les élytres, variable dans les ailes élastiques? Quelle influence exerce une telle torsion sur la direction et la vitesse de l'air frappé ? Je n'ai pas fait d'expériences sur des élytres artificielles, animées d'un mouvement de translation, de rotation, ou alternatif ; mais j'ai abordé la question dans un travail sur les hélices aériennes (1) élastiques. Une aile élastique a, je suppose, avant le battement une torsion positive de 30° ; dans le battement, la région postérieure tend à s'élever, pendant que le bord antérieur plus épais résiste davantage à la poussée aérienne : l'angle de torsion diminue, mais, comme sa courbe est parabolique, il faut, pour détordre, une force qui croisse rapidement à partir de la base ; c'est bien ce qui a lieu, puisqu'on s'accorde à faire la résistance aérienne proportionnelle au carré de la vitesse, c'est-à-dire ici au rayon, à l'ordonnée de la section de profil. Cet argument serait sans portée dans une aile immobile, cerf-volant, mais il conserve sa valeur pour une hélice d'aéronef. Le résultat de cette résistance serait donc d'égaliser les angles de torsion de la partie distale, ou du moins de diminuer la valeur de l'angle de torsion. L'étude des élytres me ferait pencher vers cette dernière hypothèse ; car tous les Coléoptères ont cette torsion positive, et les exceptions ne sont qu'apparentes. Pour en être mieux convaincu, j'ai fait sur l'élytre des sections sphériques, de l'articu-

(1). *Perfectionnement des hélices aériennes*. Congrès de l'Association française. Marseille, 1891.

lation comme centre, et j'ai mesuré, comme précédemment dans les sections planes de profil, les angles des cordes avec le plan sustenseur ; les courbes de torsion sont peu différentes, et l'angle total de torsion reste positif, avec quelques degrés de différence. J'aurai peut-être occasion de revenir plus tard sur les sections sphériques, comparées avec des sections planes de profil, et obliques dans diverses directions. J'ai dit plus haut que l'air doit passer sous le cintre avant de s'engouffrer sous l'aisselle ; si de la clef de voûte, nous menons des plans obliques perpendiculaires sur l'horizon, les uns en dedans vers le proximum, les autres en dehors vers le distum, nous avons, comme angles des cordes avec l'horizon, les moyennes suivantes :

	Angles des cordes proximales.	Angles des cordes distales.
	—	—
Bousier	11°	22°
Lucanus.	9°	18°
X.	8°	15°
Ateucus	10°	13°
Procustes	15°	16°
Dytique	12°	12°

Chez les trois premiers surtout, l'air est d'autant plus porté à suivre la direction des cordes proximales, qu'il a de ce côté une bien moindre résistance à surmonter (11°, 9° et 8° d'inclinaison au lieu de 22°, 18° et 15°). N'est-ce pas là une autre manière d'expliquer pourquoi la torsion est positive : favoriser le tassement et la fuite des molécules à l'arrière, augmenter par suite la valeur propulsive de la palette ?

J'aurais sans doute l'occasion de revenir plus tard sur ces données, dans des applications nouvelles. Elles pourraient être utiles en aéronautique, où on ne consulte guère la Nature, si ce n'est pour l'estropier.

M. Ch. FERTON

LES HYMÉNOPTÈRES DE LA CORSE (APIAIRES, SPHÉGIDES, POMPILIDES ET VESPIDES)

[595.79:45.9]

— Séance du 13 septembre —

La faune des Hyménoptères d'une île éloignée des continents est une de celles qui peuvent fournir les renseignements les plus probables sur l'histoire géologique de cette contrée. La plupart des Hyménoptères, en effet,

nidifient dans le sol (1), et, dans ce cas, on ne peut généralement déplacer leurs nids ou leurs coques, sans causer la mort des habitants qui y sont reclus ; d'autres (2) nichent dans les coquilles abandonnées des mollusques, contre les rochers ou les pierres, et n'ont que peu de chances d'être transportés au loin par le commerce de l'homme ; un petit nombre seulement utilisent des trous creusés dans le bois par des larves de Coléoptères ou forent eux-mêmes ces cavités (3), et peuvent être transportés par l'homme dans une région éloignée. En outre, les Hyménoptères mellifères ou giboyeurs s'écartent rarement du sol ou des plantes qui fournissent leur nourriture ou celle de leurs larves; aussi ne peuvent-ils être généralement surpris et emportés par les ouragans.

Les Hyménoptères actuels d'une île, qui, comme la Corse, est éloignée des continents, peuvent donc donner une idée assez approchée de ce qu'était la faune de cette île, au moment où elle s'est définitivement séparée des terres voisines ; partant, ils peuvent nous fournir de précieux renseignements géologiques.

Dans cet ordre d'idées plusieurs faits m'ont frappé en Corse :

L'absence de la faune alpine dans une région cependant couverte de montagnes élevées;

La présence de quelques espèces africaines ;

Le petit nombre d'espèces que possède l'île en comparaison de la Provence;

Les rapports étroits qui existent entre les faunes corse et sarde.

ABSENCE DE LA FAUNE ALPINE

J'ai déjà appelé l'attention sur ce fait (4). Les Bourdons et Gastrilégides montagnards, qui, si nombreux et si caractérisés, habitent à la fois les Alpes et les Pyrénées, manquent à la Corse, dont les montagnes sembleraient cependant bien convenir à ces Insectes. J'en ai conclu que le massif corso-sarde s'est définitivement séparé du continent avant l'époque glaciaire, et comme nous savons, d'autre part, que la dislocation s'est produite après le pliocène (5), j'ai été conduit à la faire dater du postpliocène ou de l'époque chelléenne.

(1) Tels sont presque tous les Apiaires, à l'exception des genres *Prosopis, Ceratina, Xylocopa* et d'une partie des Gastrilégides ; tels sont aussi la plupart des Fouisseurs, sauf les *Trypoxylon, Nitela, Pison,* et une partie des Crabronides et des *Pemphredon.*

(2) Quelques Gastrilégides, Pompilides et Odynères.

(3) Une partie des Gastrilégides, Crabronides, *Pemphredon* et Odynères et presque tous les *Prosopis. Trypoxylon, Ceratina, Nitela* et *Pison.*

(4) *Description de l'Osmia corsica n. s.p. et observations sur la faune corse* (*Bulletin de la Soc. entomologique de France,* 1901 n° 4).

(5) Ch. Depéret. *Etude de quelques gisements nouveaux de Vertébrés pléistocènes de l'île de Corse* (*Ann. de la Soc. linn. de Lyon, 1897*) et Ch. Ferton. *Sur l'histoire de Bonifacio à l'époque néolithique* (*Act. de la Soc. linn. de Bordeaux,* t. LIII, 1898).

Je ne connais qu'un très petit nombre d'Hyménoptères corses spéciaux à la montagne : un *Pompilus* (*s. p.*), l'*Osmia emarginata* et quelques rares Apiaires non encore déterminés. Les hauteurs sont habitées par les mêmes Insectes que la plaine, et du rivage jusqu'à la région des pâturages, j'ai retrouvé les mêmes Hyménoptères, d'autant plus tardifs que leur habitat était plus élevé. Ce petit nombre d'espèces spéciales à la montagne vient à l'appui de ce que j'ai avancé sur l'époque de l'isolement du massif corso-sarde. L'effondrement des terres qui joignaient la Corse à la Provence a dû se produire à une époque où le climat était uniforme dans toute l'étendue de l'île, et, d'autre part, cette séparation n'est pas assez éloignée de nous, pour que, depuis son époque, des formes montagnardes aient eu le temps de se produire.

PRÉSENCE DE QUELQUES ESPÈCES AFRICAINES

La Corse renferme quelques espèces africaines qui manquent aux terres voisines du versant nord de la Méditerranée. Ainsi que je l'ai déjà noté (1), ces espèces ne sont pas nombreuses, et on ne peut en induire une liaison antérieure de l'Afrique et de la Sardaigne qui aurait permis une migration des espèces. Ces formes doivent plutôt être regardées comme des restes d'une faune méridionale, qui auraient survécu à l'époque glaciaire dans les îles tyrrhéniennes, et auraient été détruites dans les contrées plus septentrionales du versant nord de la Méditerranée.

LA FAUNE CORSE COMPREND UN NOMBRE D'ESPÈCES MOINDRE QUE LA FAUNE PROVENÇALE

C'est une loi bien connue que la faune des îles est plus pauvre que celle des continents ; la Corse n'y fait pas exception, mais la proportion des espèces qui lui font défaut est très variable, suivant les genres considérés. Par exemple, la plupart des Osmies communes en Provence se retrouvent en Corse (*O. tricornis*, *aurulenta*, *tridentata*, *fulviventris*, *leucomelana*, *versicolor*, *cyanæa*, *submicans*, *Latreillei*, *vidua*, *rufohirta*, *acuticornis*, *ligurica*, *cristata*, *lanosa*, *Perezi*, *adunca*, *loti*, *crenulata*), tandis que nombre de Mégachiles de la Provence m'ont paru manquer à la Corse (*M. provincialis*, *maritima*, *Wilhugbiella*, *lagopoda*, *pyrenæa*, *8-signata*, *variscopa*, *melanogastra*, *imbecilla*, *flabellipes*, *Fertoni*, *Chalicodoma muraria*, *pyrenaïca*, *rufescens*). Des *Anthidium* résiniers provençaux je n'ai capturé en Corse que le *strigatum*. Parmi les Sphégides, j'ai pris, à Bonifacio même, toutes les *Astata* de Provence, mais je ne possède de

(1) *Loco citato.*

Corse qu'un petit nombre des *Tachysphex* des environs de Marseille ; il me manque *T. filicornis*, *pygidialis*, *Jullianii*, *lativalvis*, *psammobius*, *Costæ*, *nigripennis*, *pectinipes*. Une étude comparative des faunes corse et provençale pourra probablement nous fournir d'intéressantes données sur le climat de la Provence et sur sa faune au moment de la séparation de la Corse; mais mes relevés sont loin d'être assez complets pour que je hasarde quelque conclusion.

RAPPORTS ÉTROITS DES FAUNES CORSE ET SARDE

A. Costa a décrit la plupart des Hyménoptères spéciaux à la Sardaigne (1); je retrouve en Corse presque toutes ses espèces, généralement reconnaissables malgré la brièveté des diagnoses *(Osmia ferruginea igneopurpurea*, *Pompilus plicatus*, *holomelas*, *argyrolepis*, *Planiceps fulviventris*, *Priocnemis abdominalis*, *Astata picea*, etc.*)*. Les Insectes que mentionne Costa dans ses six mémoires sur la faune sarde comptent presque tous dans la faune bonifacienne. Mais la grande proximité des deux terres, qui est telle que la distance des îles Lavezzi à l'île Razzoli n'est que de 7 kilomètres, ne permet pas de conclure à la réunion ancienne des deux contrées. C'est en étudiant les êtres aptères des deux régions qu'on a pu obtenir sur ce sujet des renseignements de quelque valeur (2).

M. Ch. FERTON

SUR LES MŒURS DU STIZUS FASCIATUS FABR. [591-79 : 591-5]

— Séance du 13 septembre —

Dans la deuxième quinzaine du mois de juin et le commencement de juillet, le *Stizus fasciatus* est commun à Bonifacio, dans les endroits sablonneux, surtout sur le rivage du golfe de Santa-Manza. Sa conforma-

(1) *Notizie ed Osservazioni sulla Géo-Fauna Sarda.* (*Atti della reale Academia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli,* 1882-86 six mémoires).

(2) D'après Kobelt (*Studien zur Zoogeographie,* 2e vol., *die Fauna der meridionalen subregion,* Wiesbaden, 1898), aucune espèce de *Tacheocampylæa* (Mollusques) ne serait commune aux deux îles, bien que chacune en possède un assez grand nombre. Si ce fait est exact, il ne pourrait néanmoins servir d'argument contre une liaison relativement récente de la Corse et de la Sardaigne. En effet, les *Tacheocampylæa* semblent manquer dans le terrain calcaire de Bonifacio, qui, soit par sa nature géologique, soit par le climat venteux et sec qui y domine, aurait opposé une barrière aux migrations de ces Mollusques.

tion extérieure, sa corpulence, ses couleurs et ses allures lui donnent l'aspect du *Bembex*, près duquel l'ont placé les entomologistes.

Il nidifie dans le sable, où il creuse de longs boyaux tortueux presque horizontaux, au fond desquels il installe ses larves. La plupart des fouisseurs groupent leurs cellules vers le fond du terrier, chaque chambre débouchant dans le conduit principal, de sorte que leur nid entier, s'il était isolé du sol, aurait l'aspect d'une grappe de raisin. L'architecture du Stize est différente; toutes les loges sont dans le canal même, séparées par d'épaisses cloisons de sable. C'est la manière de nidifier des Hyménoptères qui habitent la ronce, les roseaux ou le bois desséché. La plus ancienne cellule occupe le fond du boyau, que le Stize a simplement élargi de façon à donner à la larve l'espace nécessaire; elle est clôturée, quand l'approvisionnement est terminé, par une cloison de sable meuble d'épaisseur variable (4 à 6 millimètres?). En deçà de cette épaisse barricade, la guêpe élargit de nouveau son terrier, et établit une nouvelle cellule semblable à la première. Ainsi se continue le nid du Stize, dont le terrier devient chaque jour plus court. Un nid ouvert le 23 juin, qui comptait trois cellules, n'avait plus qu'une profondeur notablement moindre que ceux qui n'avaient encore qu'une chambre; au delà de la plus récente loge, on pouvait facilement atteindre les deux autres cellules en suivant le canal rempli d'un sable peu consistant.

Les proies du *Stizus fasciatus* sont des criquets (larves ou adultes) (1); leur nombre variait de 5 à 8 dans les cellules que j'ai ouvertes.

L'œuf est fixé à un Orthoptère, il est collé par son extrémité anale à un élytre de la proie, et son bout libre est dirigé vers le bas et en avant; il est donc placé en écharpe sur la face dorsale-latérale du criquet. Celui-ci est dans la position naturelle, (reposant sur la face ventrale), tandis que les autres proies semblent avoir été déposées sans ordre, et sont couchées tantôt sur le dos, tantôt sur le ventre ou sur le côté. L'œuf est proportionné à la taille de l'insecte (longueur $4^{mm},5$, diamètre 3/4 de millimètre), il est presque droit, blanc avec une teinte légèrement jaune. Il est porté par l'Orthoptère qui occupe le fond de la chambre; cette habitude rapproche les Stizes des *Bembex*, car nous savons que les autres Sphégides ont généralement coutume de placer leur œuf dans la masse des provisions, un peu avant le milieu de la cellule. Les *Bembex* pondent sur le premier Diptère apporté dans la chambre.

Comme on devait s'y attendre, la tête de la future petite larve sera le bout libre de l'œuf, et non l'extrémité fixée à l'élytre du criquet, l'élytre étant une des parties les plus coriaces de la proie. Un des œufs exhumés le 23 juin vers midi d'une cellule clôturée était éclos le lendemain à 11 heures

(1) Quatre de ces Orthoptères envoyés à M. Finot ont été reconnus être *Stenobothrus bicolor*, Charp. nymphe ♀, *Caloptenus italicus* L. nymphe ♀, *Platyphyma Giornæ* Rossi adulte.

du matin; la petite larve, bien dessinée, resta à peu près immobile tout l'après-midi, aussi rigide que l'œuf lui-même, quoiqu'elle eut la tête et les mandibules entièrement développées; à 7 heures du soir elle était dans la même position, et à 10 heures elle avait attaqué le criquet en appliquant sa bouche à la mince membrane formant la jointure de la hanche médiane de son côté. Son extrémité anale était restée fixée à l'élytre de l'Orthoptère. Le Stize n'abandonna le criquet que dans l'après-midi du 27 juin, après avoir entièrement vidé sa victime. Celle-ci présentait au point attaqué une petite blessure perceptible à la loupe, par laquelle la larve avait sucé les sucs nourriciers. Comme le Stize, le *Bembex* fixe son œuf par l'extrémité anale.

On peut facilement vérifier que le Stize, dont l'abdomen est si semblable à celui du *Bembex*, pique sa proie de la même manière que les autres Sphégides. Place-t-on près de l'orifice d'un terrier un criquet sacrifié par un individu de la même espèce, la proie est fréquemment reconnue et acceptée par le chasseur au moment où il sort de son nid; la guêpe la saisit alors avec ses mandibules et la pique sous le thorax.

Le *Stizus fasciatus* n'a pas l'habitude bien connue des *Bembex* de recouvrir de sable l'entrée de son nid lorsqu'il s'en absente; le terrier reste ouvert en permanence.

La coque du Stize est semblable à celle des *Bembex*, elle est faite de petits grains de sable solidement agglutinés, mais je n'ai pu y reconnaître les perforations qu'a signalées Wesenberg dans le cocon de *Bembex rostrata*, peut-être parce que je n'avais à ma disposition que d'anciennes coques.

La parenté du *Stizus fasciatus* et des *Bembex* m'engagea à tenter l'élevage du premier avec des Diptères *(Musca domestica)*, et, dès que la larve dont il vient d'être parlé, eut terminé son premier criquet, je ne lui donnai que des mouches, dont j'avais écrasé la tête entre mes doigts. Elle les accepta non sans hésitations, et vécut ainsi du 27 juin au 1er juillet, époque à laquelle je dus quitter Bonifacio pour une longue absence. Le Stize avait largement profité de son nouvel ordinaire.

De même que le *Bembex*, le *Stizus fasciatus* vole fréquemment en repliant sous le corps les derniers segments de l'abdomen.

Les Stizes et les *Bembex*, voisins par leurs caractères morphologiques, le sont aussi par leur instinct; il y a cependant entre les deux genres une différence capitale. On sait que les *Bembex* nourrissent leurs larves presque au jour le jour, on sait notamment qu'ils attendent l'éclosion de l'œuf pour apporter à la larve une seconde proie; le *Stizus fasciatus* au contraire suit la pratique des autres fouisseurs, bourrant sa cellule d'Orthoptères, aussi rapidement que le lui permettent les hasards de la chasse, et clôturant la chambre avant l'éclosion de l'œuf, lorsqu'il juge suffisante la pro-

vision de criquets (1). Le *Bembex*, si rapproché du Stize par ses caractères anatomiques et par ses mœurs, reste donc isolé de lui par la manière dont il approvisionne sa larve. Les deux bêtes sont néanmoins très voisines l'une de l'autre, et leurs rapports sont plus étroits que ceux des *Bembex* aux guêpes sociales; c'est ce qui me fait penser qu'on n'a pour le moment aucune raison valable de décider que l'habitude du *Bembex* d'apporter au jour le jour la nourriture de ses larves est une coutume ancienne provenant des guêpes, plutôt qu'une habitude imposée par la nature de la proie et la grande taille du chasseur.

M. Louis ROULE

Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

LES POISSONS DU LITTORAL DE LA CORSE ; COMPARAISON DE CETTE FAUNE AVEC CELLES DES AUTRES LOCALITÉS DU BASSIN OCCIDENTAL DE LA MÉDITERRANÉE

— Séance du 13 septembre —

J'ai recueilli sur les côtes de la Corse, en plusieurs campagnes, 130 espèces de Poissons. Je ne puis songer à les signaler toutes; les limites imposées aux communications m'en empêchent. J'indiquerai cependant quelques-unes des formes les plus intéressantes, et je terminerai par de brèves considérations sur les relations de cette faune avec ses voisines.

Le chiffre 130 exprime une moyenne. La plupart des faunes avoisinantes contiennent environ 200 à 250 espèces. Les 130 espèces de la Corse comprennent deux catégories d'animaux : les plus communs, et, partant, les plus caractéristiques ; plusieurs types rares, soit qu'ils aient vraiment cette qualité, soit qu'on les recueille avec difficulté, à cause de leur habitat peu accessible. La quantité de ces derniers est susceptible d'augmentation. M. J.-B. de Caraffa, conseiller général et adjoint au maire de Bastia, qui étudie avec compétence les Poissons de la côte orientale de l'île, a bien voulu me communiquer récemment la liste des espèces trouvées par lui. Elle en renferme 99. A côté des formes communes, il en est de moins fréquentes, que je n'ai jamais eu l'occasion de capturer. notamment *Apogon*

(1) Dans un nid comprenant trois cellules, aucun œuf n'était éclos.

imberbis, *Seriola Dumerilii*, *Regalecus gladius*. Je cite ce fait pour montrer que le nombre des espèces rares augmentera peu à peu, grâce à des observations continues et patientes. La faune complète de la Corse n'est donc pas inférieure par la quantité à celle des autres localités de la Méditerranée.

Parmi les types curieux je signalerai surtout :

1° *Blennius ruber* Cuvier et Valenciennes. Cette forme n'est qu'une variété de *B. gattorugine* Brünn. Elle en diffère par ses yeux plus grands, par ses tentacules sourciliers plus petits, enfin par la prédominance des teintes rousses dans son système de coloration.

2° *Scorpæna ustulata* Lowe. Cette espèce appartient au cycle des formes de *S. porcus* L. Elle se borne à conserver les caractères des jeunes individus, notamment ceux des épines marginales du sous-orbitaire antérieur.

3° *Labrax punctatus* Brito Capello. On désigne assez souvent, par ce nom, les variétés tachetées de *L. lupus*, surtout fréquentes dans les eaux des étangs littoraux de la Corse, de la Provence, du Languedoc, de la Gascogne. Les vrais *L. punctatus* sont caractérisés par la nature de leur dentition vomérienne. Je n'en ai recueilli qu'un individu, dans le fiord de Bonifacio.

4° *Xyrichthys novacula* L. Cette singulière espèce, assez rare partout, est assez fréquente dans les plages sableuses peu étendues, situées au pied des falaises de la côte occidentale.

5° *Bothus podas* Del. Cette espèce entre dans le cycle des formes de *B. mancus* Risso. Ce dernier montre une variabilité extrême, surtout dans l'écartement des yeux et la taille du sourcil de l'œil inférieur. La suite des variations, portant sur les yeux de plus en plus rapprochés et le sourcil de moins en moins saillant, conduit à *B. podas*.

6° *Congromuræna balearica* Del. Ce type, qui fait la transition des vrais Congres aux Murènes, est assez fréquent dans les plages sableuses des prairies de Zostères.

7° *Muræna helena* L. Cette espèce est fort abondante dans les rochers et les prairies de Zostères. Les variétés de coloration sont nombreuses. Beaucoup d'individus parviennent à une forte taille.

8° *Muræna unicolor* Del. Cette rare espèce, que l'on ne peut confondre avec les vraies *M. helena*, vit avec ces dernières, mais en moins grand nombre, quoique ses représentants soient relativement fréquents en Corse.

Malgré la proximité de la Ligurie, la faune des poissons de la Corse ressemble surtout à celles de la Sicile, de l'Algérie, des Baléares. Elle a un caractère méridional des plus accusés.

M. Paul GOURRET

Sous-directeur de la station zoologique d'Endoume

SUR QUELQUES ANNÉLIDES SÉDENTAIRES (GEN. HYDROIDES, POMATOCEROS ET HERMELLA) DU GOLFE DE MARSEILLE [595.1:44,91]

— *Séance du 13 septembre* —

Parmi les Annélides sédentaires du golfe de Marseille, il en est encore beaucoup dont l'étude offre plusieurs nouveaux détails de morphologie ou dont la description n'a pas été faite jusqu'à présent d'une manière complète; d'autres même n'ont pas été signalées dans cette région.

La présente note se rapporte aux *Hydroides* cités, mais non étudiés par le professeur Marion et à la présence de *Pomatoceros triquetroides*, y compris quelques détails sur *Hermella alveolata*.

Gen. Hydroides, Gunn.

On trouve assez facilement à Marseille les deux espèces méditerranéennes décrites par Philippi :

1° L'*Eupomatus uncinatus* avec les piquants de l'opercule simples, est très abondant sur les pierres de la jetée de la Joliette, ainsi que dans l'avant-port sur les Mytilus et souvent dans des eaux assez impures. Il se rencontre aussi dans les fonds coralligènes (1);

2° L'autre espèce, *Eupomatus pectinatus*, est plus rare et habite à de plus grandes profondeurs;

3° Enfin, une troisième espèce, *Eupomatus affinis*, a été décrite sommairement par Marion. Sa diagnose se trouve dans Carus (2).

(1) Marion et Bobretzky, *Étude sur les Annélides du golfe de Marseille, Ann. sc. nat.*, juin 1875 art. 1, p. 98.

(2) Carus, *Prodromus Faunæ Mediterran.*, vol. I, 1885, p. 277.

Hydroides pectinata, Marenzeller.

Syn. *Eupomatus pectinatus*, Phil.
E. trypanon, Clap.
E. vermicularis, D. Ch.

Fig. 1 (a-e).

Clarapède a décrit, sous le nom d'*Eupomatus trypanon*, une Annélide des régions profondes à branchies incolores, qui n'est qu'une variété de l'*E. pectinatus* de Philippi. Les vers, étudiés par l'auteur genevois, ne présentaient que deux paires de pointes latérales sur les épines de l'opercule; leurs tubes étaient enroulés en spirale et fixés sur les piquants des *Cidaris hystrix*. J'ai eu l'occasion d'observer des vers identiques dans les stations coralligènes, mais je n'ai pu les distinguer des *E. pectinatus* types recueillis plus près de la côte ou dans les fonds coralligènes. Les branchies sont tantôt zébrées de rouge et parsemées de pigment crétacé, tantôt incolores. Si l'opercule est un peu variable de forme, les soies sont toujours semblables et bien distinctes, du reste, de celles d'*Hydroides uncinata*. Je crois nécessaire de décrire quelques individus, afin de bien faire comprendre le peu d'importance des variations.

Premier individu. — Je trouve un jeune exemplaire de cette espèce dans les prairies de Zostères au large de l'île des Pendus, par 20 mètres de profondeur. Son tube d'un beau blanc est fixé sur un débris de fronde de *Posidonia Caulini*. Ce tube, lisse en avant, montre en arrière deux faibles carènes.

Les branchies ne sont encore qu'au nombre de seize, en deux groupes. Leur base est d'une belle couleur orange, tandis que la plus grande partie des tiges et des barbules sont d'un blanc crétacé.

L'opercule est porté sur un long pédoncule. Sa cupule basilaire, au-dessous des côtes, est d'une belle couleur orange, comme la base des branchies. Il existe une petite traînée de pigment orange sur chaque carène des côtes.

Au nombre de douze et de couleur jaune, les épines supérieures sont très flexibles. Elles ont l'aspect de celles figurées par Claparède, sans être aussi régulières. Ce n'est qu'exceptionnellement qu'elles ne portent que quatre denticules. La plupart en montrent six, dont deux inférieures sont un peu plus petites. Je trouve même une épine ayant deux denticules d'un côté et quatre de l'autre beaucoup plus petites.

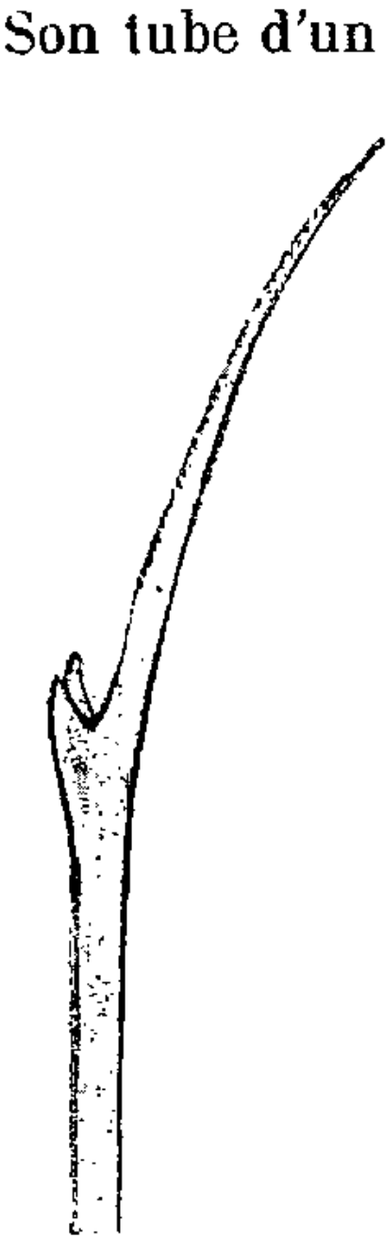


Fig. 1 *a*.

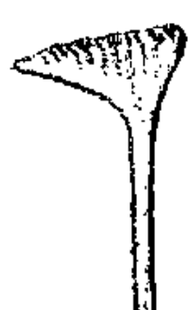


Fig. 1 *c*.



Fig. 1 *d*.



Fig. 1 *e*.

Les soies ont été bien figurées par Claparède *(fig. 1 c)*.

Il y a dans la forme de l'opercule et dans celle des soies des différences avec les organes de l'*Hydroides affinis* pourvu de deux opercules. Dans *H. pectinata* les plaques onciales ont beaucoup plus de crochets, même dans les derniers anneaux de l'abdomen ; les soies thoraciques du premier segment *(fig. 1 a)* sont plus courtes et plus épaisses, les soies à palette de l'abdomen plus larges avec un crochet moins fort. Les plaques onciales abdominales d'*H. pectinata* ont cinq denticules, celles d'*H. affinis* en ont seulement quatre.

En outre, les uncini thoraciques de la première présentent au moins huit denticules, contre sept et moins acérées dans la seconde. Il faut enfin remarquer que les plaques sont en réalité plus lamelleuses et plus régulières que celle figurée par Claparède *(fig. 1 d et fig. 1 e)*.

Deuxième individu. — Je reconnais un nouvel individu dans les graviers, sur le pourtour des Zostères, au large des Goudes, par 35 mètres de profondeur. Il est fixé sur un test dépouillé de *Spatangus purpureus*.

Le tube assez long, à peine recourbé, presque lisse, porte deux carènes supérieures peu sensibles. Les tiges branchiales sont minces, les barbules courtes et relativement fortes. Leur diamètre est égal au tiers de celui de l'axe principal. Ces axes branchiaux présentent des taches un peu irrégulières d'une belle couleur orange tirant vers le carmin, se succédant de la base au sommet. Claparède n'a vu, sur ses exemplaires, qu'une couleur orange à la base.

Les dents de l'opercule sont assez irrégulièrement denticulées comme je l'ai indiqué pour le premier sujet.

Troisième individu. — Même station que le précédent. Tube plusieurs fois enroulé et simulant celui des *Spirorbis* avec deux carènes obtuses encore reconnaissables.

Branchies entièrement incolores et apparaissant verdâtres par suite de la présence du sang dans leur intérieur. Seuls le pédoncule et sa pièce basilaire tachés de pigment orange.

Épines avec trois paires de denticules latérales. En somme, le nombre 3 est la règle pour les pointes des épines operculaires. Il y en a rarement deux d'un côté et trois de l'autre, et plus rarement encore deux de part et d'autre comme le figure Claparède qui s'est évidemment contenté d'un examen rapide, sans chercher à distinguer la petite pointe basilaire souvent cachée.

Hydroides affinis, Marion (v. Marenzeller).

Syn. *Eupomatus affinis*, Marion.

Fig. 2 (c-g).

Ce Serpulien, pourvu de deux opercules inégaux et dépassant un peu les branchies, a un tube rugueux, enroulé, à trois tours de spire.

Longueur totale du corps sans les branchies	4^{mm}
Épaisseur	$0^{mm},58$
Longueur des branchies	3^{mm}

L'animal est d'une belle couleur carmin foncé. Le pigment est disposé en traînées transversales plus ou moins intenses, composées de taches polygonales irrégulières provenant d'une multitude de petits granules réunis autour d'un nucléus hyalin.

Il y a de chaque côté six tiges branchiales tachées de carmin et de jaune. Je ne vois pas d'ocelles parmi les taches des branchies, mais seulement deux taches pigmentaires sur l'anneau qui les supporte. Les tiges ont des axes secondaires jusque près de l'extrémité. La collerette se présente comme composée de quatre lobes arrondis.

On compte sept segments thoraciques. Les soies du premier segment sont plus grandes que celles des six autres anneaux. Elles sont aussi de deux formes : les unes, au nombre de quatre, portent trois pointes à la base de la lame basilaire; les autres, au nombre de quatre également, capillaires, quelque peu bordées. Sur les six autres segments thoraciques pourvus de tores uncinigères, il existe un faisceau épais de soies subulées, bordées à la rame dorsale et une rame ventrale de plaques onciales pectiniformes à six ou sept dents *(fig. 2 c)*. Cet appareil sétigère offre une identité presque complète avec celui d'*H. pectinata*.

Immédiatement en arrière de la région thoracique commence l'abdomen composé de quarante-neuf segments. Dans les quarante premiers, je ne vois qu'une bande transverse uncinigère, dont les tores sont assez compliqués. Tout à fait sur le bord externe de l'anneau se trouve un groupe de quatre à cinq soies terminées par un crochet, très minces et à lame pectinée, à long manche implanté dans les tissus *(fig. 2 d)*, ainsi qu'un tore uncinigère dont les crochets sont plus petits et moins denticulés *(fig. 2 e)*.

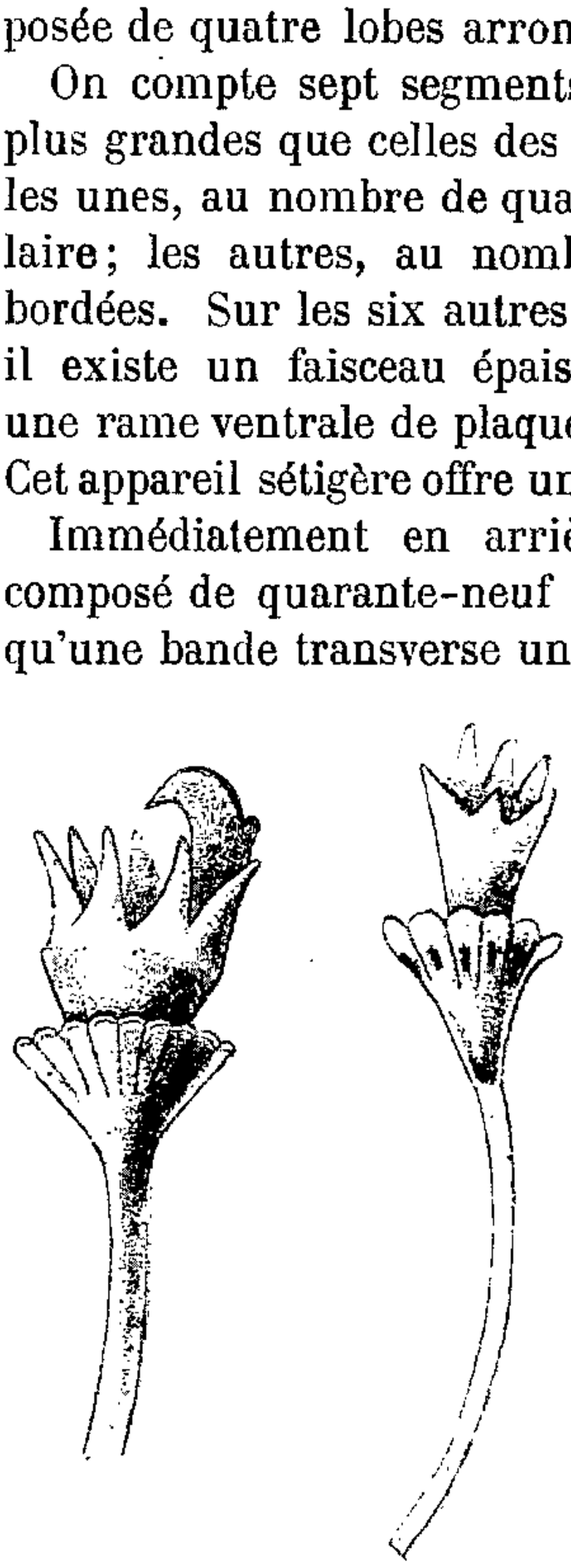


FIG. 2.

FIG. 2 *g*.

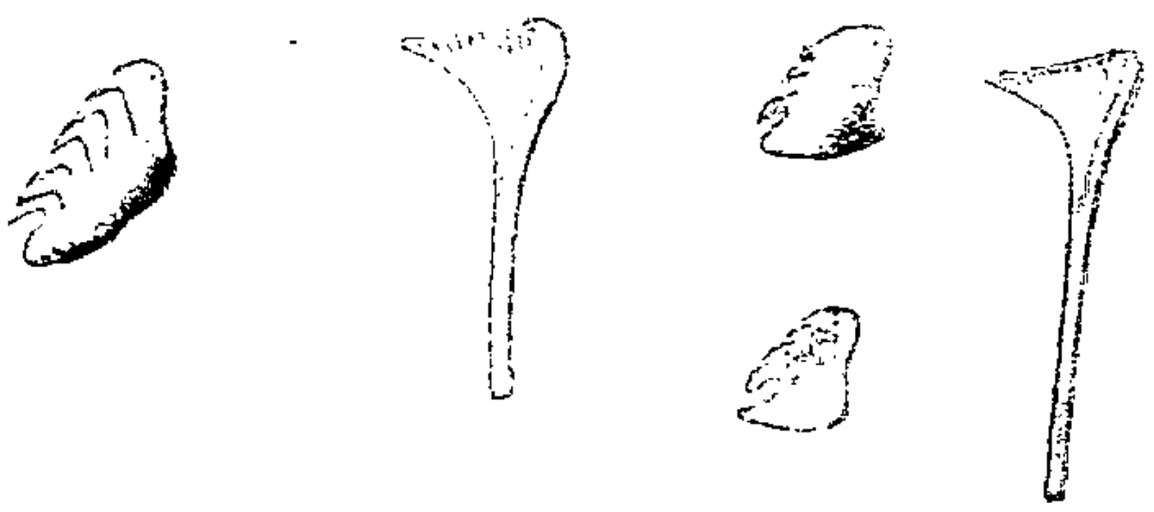


FIG. 2 *c*. FIG. 2 *d*. FIG. 2 *e*. FIG. 2 *f*.

Les neuf derniers anneaux sont munis de chaque côté d'une longue soie filiforme faisant défaut aux précédents. La soie en spatule *(fig. 2 f)* et la plaque onciale *(fig. 2 g)* diffèrent quelque peu aussi.

Quant aux opercules *(fig. 2)*, ils sont caractéristiques. Leur cupule montre un pourtour supérieur à peine dentelé; sauf une qui présente deux denticules latérales, les épines sont simples, non barbelées, au nombre de 6 dans l'un et de 7 dans l'autre.

En définitive l'*Hydroides affinis* très voisin d'*H. pectinata*, s'en distingue par les détails des opercules, par les soies thoraciques du premier segment plus longues et moins épaisses, par les soies abdominales moins larges et

pourvues d'un crochet plus robuste, par le plus grand nombre de crochets dans les uncini tant thoraciques qu'abdominaux. L'*Hydroides affinis* se rencontre rarement dans les fonds coralligènes des Goudes.

Pomatoceros triquetroides, Panceri.

Fig. 3 (a-c).

Cette Annélide qui, à ce que je crois, n'a pas encore été signalée dans le golfe de Marseille, ne paraît pas pourtant y être trop rare. J'en ai trouvé un individu fixé sur une scorie qui a été retirée des prairies de Zostères, par le travers du Canoubier, à une profondeur de 20 mètres. Plusieurs exemplaires sont reconnus sur un Spatangue ramassé au milieu des graviers, au large des Goudes, en compagnie d'*Hydroides pectinata*. Enfin un bel individu a été ramené de la vase dure, par 58 mètres, au large de la jetée de la Joliette.

Premier individu des Zostères. — Le corps de l'opercule est extrêmement long, beaucoup plus que tous ceux figurés. Son diamètre est relativement faible. Le pédoncule n'a guère que la longueur du corps de l'opercule. Celui-ci est noirâtre, de nature calcaire comme les trois pointes terminales, mais sa forme générale et son aspect sont dénaturés par les algues encroûtées qui le recouvrent. Vue par sa face interne, c'est-à-dire tournée vers l'axe longitudinal de l'appareil branchial, la tige pédonculaire, assez large et lamelleuse, avec des bandes d'un vert noirâtre, est concave, mais son axe est occupé par une forte carène arrondie *(fig. 3)*. Cette lame se fixe au bord interne de l'opercule qui surplombe au-dessus du pédoncule, lorsqu'il est vu par la face interne.

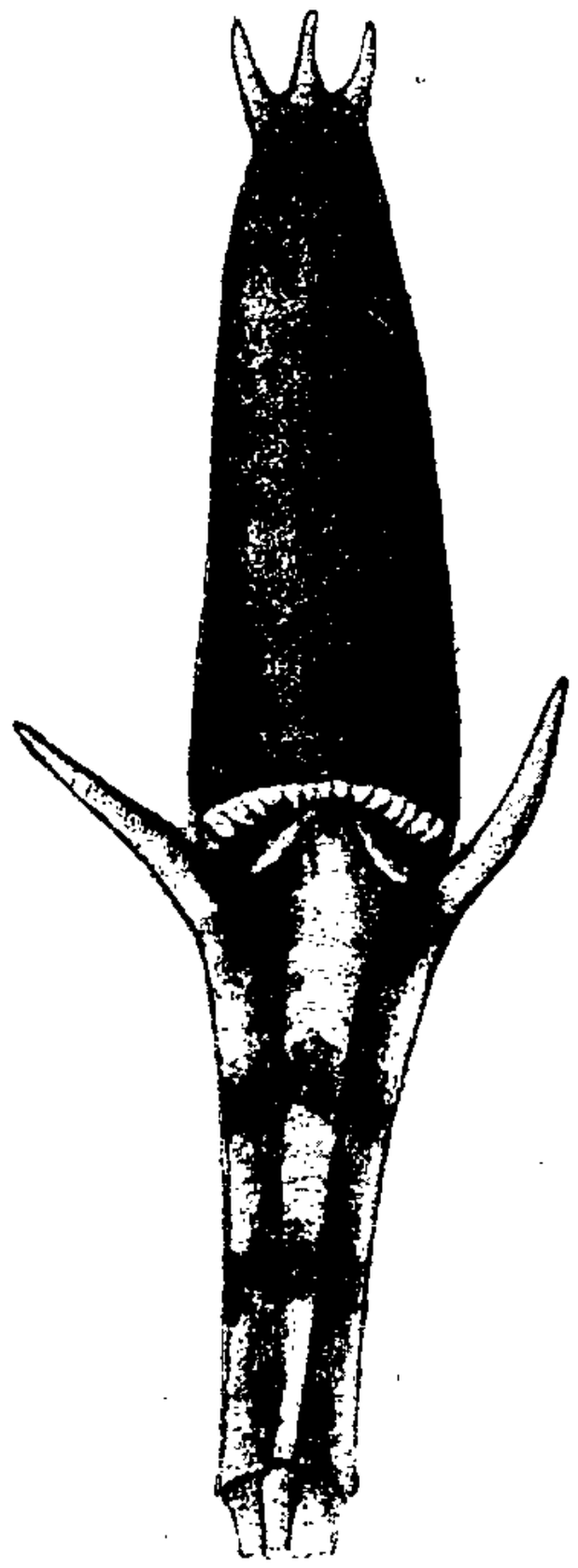


FIG. 3.

La base de chaque groupe branchial est d'une belle couleur bleue, tandis que l'axe des fils branchiaux présente une teinte orangée, quelquefois tirant vers le brun rouge, et interrompue par des bandes plus claires presque blanches.

Chaque moitié de l'appareil branchial est composé de 16 tiges disposées de manière à former un tour de spire complet. Tous ces fils sont naturellement réunis en un seul corps par leur tiers inférieur qui a aussi une coloration plus foncée. Les barbules ne s'étendent pas jusqu'à l'extrémité de l'axe, mais laissent une petite tige indépendante. Claparède ne signale que 7 à 8 branchies de chaque côté, ce qui dépend soit d'une observation incomplète, soit de l'âge de l'individu.

Je ne constate nulle part des taches oculaires. Les soies ont été parfaitement décrites et figurées par Claparède (1).

(1) CLAPARÈDE. *Annélides Chétopodes du golfe de Naples*, 1868, p. 442. Pl. XX. fig. 3.

Sur les plaques uncinigères je ne compte ordinairement que 8 dents crochues au-dessus de la dent basilaire obtuse. La première est plus petite que les suivantes *(fig. 3 b)*.



FIG. 3 *b*.

Individu des Goudes. — Rien n'est plus variable que la forme de l'opercule de ce ver. Il est tantôt porté sur une longue tige, tantôt la tige est excessivement courte et ne dépasse pas les branchies. L'opercule lui-même est tantôt noirâtre, tantôt d'un blanc crétacé.

La couleur des branchies varie à son tour beaucoup. Ces organes peuvent être d'un beau bleu avec des bandes rappelant celles du *Dasychone lucullana*; ils sont parfois identiques à ceux d'*Hydroides pectinata* : ils sont enfin orange avec quelques points incolores ne constituant des zones que sous le microscope.

La collerette est très simple. Elle forme, sur la ligne médiane ventrale, une petite pointe colorée en blanc, alors que le reste de la lame est d'un brun olive. Fortement incisée sur la ligne latérale, elle s'interrompt à la face dorsale de manière à constituer deux lobes dorsaux et deux lobes ventraux. Sur plusieurs individus le bord antérieur de ces lobes est simplement ondulé; sur un individu, au contraire, il est découpé en profondes digitations régulières; celles des lobes ventraux sont les plus grandes.

Individu de la jetée. — Les soies capillaires thoraciques sont toutes de même forme et étroitement bordées. A l'abdomen, les soies capillaires sont terminées par une raquette pectinée. Les dernières soies capillaires ne sont que de longues soies avec raquette plus étroite *(fig. 3 c)*.

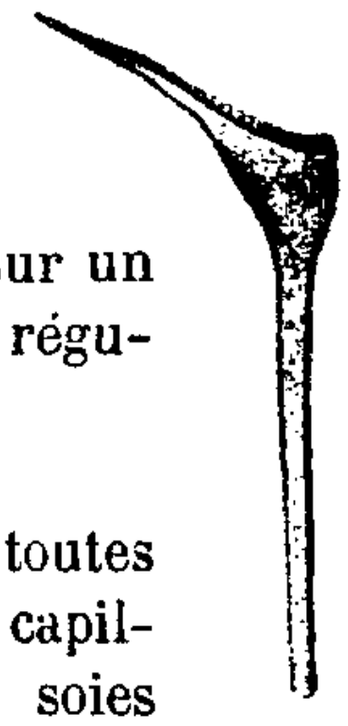


FIG. 3 *c*.

Il résulte de ces détails que le Pomatoceros est extrêmement voisin du *Vermilia polytrema*. Il est évident que le genre Pomatoceros doit être supprimé comme l'a proposé de Quatrefages. Il faudra établir des sous-genres, des groupes dans les Vermilies d'après les opercules et surtout d'après les soies.

HERMELLA (SABELLARIA) ALVEOLATA, Lam.

Hermella Savignyi Qtrfgs.

Fig. 4 (b).

L'Hermelle alvéolaire est très abondante sur la côte de Montredon où elle construit de volumineux gâteaux sableux. Ces amas de tubes agglutinés connus par les pêcheurs sous le nom de *peiro abiho* (pierre d'abeilles), couvrent tout le fond de la mer sur une grande étendue, du Prado à la Madrague, par 2 et 3 mètres de profondeur.

Les Hermelles sont employées comme appât. Retirées de l'eau, elles vivent plusieurs jours dans leurs tubes. Cette particularité explique com-

ment ces animaux peuvent dans l'Océan, supporter les conditions biologiques résultant du régime des marées.

Claparède ne cite pas cette Annélide parmi les vers qu'il a étudiés dans le golfe de Naples. Elle est signalée cependant, d'après le professeur Panceri, dans le catalogue général des espèces de cette région. De Quatrefages a désigné sous le nom d'*Hermella Savignyi* une Annélide de la Méditerranée qui n'est autre que la *Sabeliaria alveolata* Lam. Le professeur Grube, de son côté, a mentionné dans la même mer diverses autres Hermelles sur la valeur systématique desquelles je ne puis me faire une opinion bien exacte. Mais, du moins, il m'est facile d'affirmer que tous les individus recueillis dans le golfe de Marseille, reproduisent exactement tous les détails de structure du type océanique.

La taille des Hermelles marseillaises est assez variable. J'ai vu des individus dont le corps atteignait une longueur de 55 millimètres; l'appendice caudal était à lui seul long de 20 millimètres.

Les soies operculaires ont été représentées d'une manière suffisamment exacte par de Quatrefages. Les soies lamelleuses de la rame supérieure des pieds thoraciques sont habituellement à peine divisées à leur extrémité. Mais je crois devoir dessiner les plaques de la rame supérieure des pieds abdominaux. Ces plaques (*fig. 4 b)* portées sur une longue tige filiforme, présentent 5 dents bien distinctes et elles possèdent deux filaments accessoires que Milne-Edwards a représentés. Il y a 7 dents dans les mêmes plaques de *Sabellaria spinulosa* Leuck (1).



FIG. 4 *b*.

Les soies filiformes des rames inférieures abdominales sont barbelées d'une manière toute particulière et rappellent celles de la précédente espèce.

Le 29 avril, les larves sont fréquentes et commencent à agglutiner le sable fin de la plage du Prado.

(1) DE SAINT-JOSEPH. *Annélides polychètes des côtes de Dinard. Ann. Sc. Nat. Zoolog.*, VII^e sér. tom. XVII, 1894, Pl. VII, fig. 202.

M. Éd. CHEVREUX

Correspondant du Muséum à Bône (Algérie).

AMPHIPODES RECUEILLIS PAR LA *MELITA* SUR LES CÔTES OCCIDENTALE ET MÉRIDIONALE DE CORSE

[595.3:45.9]

— *Séance du 13 septembre* —

La liste suivante est le résultat des recherches effectuées par le yacht *Melita*, sur le littoral de la Corse, du 9 juillet au 5 août 1891, dans les parages de l'Ile-Rousse, d'Ajaccio, de Calvi, de Bonifacio et de Porto-Vecchio. Les opérations ont consisté en poses de nasses en toile métallique et en petits dragages, effectués par les embarcations du yacht, par des profondeurs ne dépassant pas 60 mètres. Les fonds très accidentés de la côte occidentale ne permettent que difficilement le traînage du chalut à étriers et l'unique tentative de cette nature, effectuée par le yacht dans le golfe d'Ajaccio, par des profondeurs très inégales, variant de 180 à 270 mètres, se termina par la mise en pièces de l'engin.

La recherche des formes littorales ayant été quelque peu négligée, je suis heureux de pouvoir ajouter à cette liste un certain nombre d'espèces de Corse, qui m'ont été aimablement envoyées par les zoologistes bien connus, MM. Eugène Simon et Adrien Dollfus.

Deux des espèces citées ci-dessous sont nouvelles pour la science; on trouvera leur description à la fin du présent travail. Il n'est peut-être pas hors de propos de rappeler ici que deux autres Crustacés nouveaux, de même provenance, ont été déjà décrits : Un Décapode, *Eupagurus Chevreuxi* Bouvier (1), et un Isopode, *Leptochelia corsica* Dollfus (2).

Talitridæ (3).

1. *Talitrus locusta* (Pallas), *forma mediterranea* — Valenco (Simon) — Ajaccio, plage de Campo de Oro. P. A. T. (4).

(1) E.-L. Bouvier, *Sur un Pagurien nouveau* (Eupagurus Chevreuxi) *de la Méditerranée.* Bull. du Mus. d'Hist. naturelle, 1896, n° 2.

(2) Ad. Dollfus, Tanaidæ *récoltés par M. Éd. Chevreux dans l'Atlantique et dans la Méditerranée.* Mémoires de la Soc. zool. de France, vol. XI, 1898.

(3) *Talitridæ* Stebbing, *Fauna Hawaiiensis*, vol. II, Cambridge, 1900.

(4) La distribution géographique est indiquée, en abrégé, par des lettres majuscules, d'après l'ouvrage du Professeur Della Valle, *Gammarini del Golfo di Napoli*, pour Naples, et d'après les résultats des recherches du yacht *Melita*, pour les autres habitats. P. signifie Provence, N. Naples, A. Algérie, T. Tunisie, O. Océan Atlantique.

2. *Orchestia littorea* (Mont.) — Corse (Simon). P. N (1). A. T. O.
3. *O. Montagui* (Audouin) — Ajaccio, sous les pierres. P. N (2). A. T.
4. *O. mediterranea* (Costa) — Bonifacio, sous les pierres. P. N (3). A. T. O.
5. *Hyale Prevosti* (M.-Edw.) — Corse (Simon). — Ajaccio, dans les Ulves. P. N. A.
6. *H. Stebbingi* (Chevreux) — Ile-Rousse, dans les Algues du port. P. A. O.
7. *H. camptonyx* (Heller) — Corse (Simon). P. N (4). A. T. O.
8. *Allorchestes aquilinus* (Costa) — Ajaccio, sous les pierres. P. N. A.
9. *A. plumicornis* (Heller) — Corse (Simon). P. N (5). A.

Lysianassidæ

10. *Lysianax ceratinus* Walker — Porto-Vecchio, sur *Pinna nobilis* Lin. P. N (6). A. T. O.
11. *L. longicornis* (Lucas) — Corse (Simon) — Ile-Rousse, nasse, 15 mètres et dragage, 12 mètres ; Bonifacio, dragage, 10 mètres ; Calvi, dragage, 50 mètres. P. A. T.
12. *Socarnes Schmardai* (Heller) — Ile-Rousse, nasse, 12 mètres. P. N (7). A.
13. *Perrierella audouiniana* (Sp. Bate) — Ajaccio, dragage, 40 mètres. P. A. O.
14. *Hippomedon denticulatus* (Sp. Bate) — Bonifacio, dragage, 22 mètres. N. A. T. O.
15. *Orchomene Batei* (G. O. Sars) — Ajaccio, dragage, 40 mètres et 60 mètres ; Calvi, dragage, 50 mètres. P. ? N (8). O.
16. *Hoplonyx exiguus* nov. sp. — Ile-Rousse, nasse, 12 mètres. P. A.

Pontoporeidæ

17. *Bathyporeia pelagica* (Sp. Bate) — Ajaccio, dragage, 50 mètres et 60 mètres P. N (9). O.
18. *Urothoe elegans* Sp. Bate — Bonifacio, dragage, 10 mètres. N. O.

Phoxocephalidæ

19. *Metaphoxus pectinatus* (Walker) — Ile-Rousse, dragage, 12 mètres ; Ajaccio, dragage 40 mètres et 50 mètres. P. A. T. O.
20. *Harpinia neglecta* (G. O. Sars) — Ajaccio, dragage, 60 mètres. P. N. A. O.
21. *H. crenulata* (Boeck) — Ajaccio, dragage, 40 mètres. P. O.

Ampeliscidæ

22. *Ampelisca diadema* (Costa) — Ile-Rousse, dragage, 12 mètres ; Ajaccio, dragage, 50 mètres ; Bonifacio, dragage, 24 mètres. P. N. A. O.

(1) *O. gammarellus* Della Valle (*pars*).
(2) *O. gammarellus* Della Valle (*pars*).
(3) *O. chilensis* Della Valle.
(4) *H. pontica* Della Valle.
(5) *H. Prevosti* Della Valle (*pars*).
(6) *L. longicornis* Della Valle.
(7) *Anonyx Schmardæ* Della Valle.
(8) *? Anonyx humilis* Della Valle.
(9) *B. pilosa* Della Valle.

Amphilochidæ

23. *Amphilochus brunneus* (Della Valle) — Ajaccio, dragage, 60 mètres ; Calvi, dragage, 50 mètres. P. N. A.

Leucothoidæ

24. *Leucothoe spinicarpa* (Abildg.) — Porto-Vecchio, dans les Ascidies (Dollfus). — Ajaccio, dragage, 60 mètres ; Calvi, dragage, 50 mètres. P. N. T. O.
25. *L. pachycera* (Della Valle) — Ile-Rousse, dragage, 12 mètres ; Bonifacio, dragage, 10 mètres. P. N. A.

Œceridæ

26. *Monoculodes carinatus* (Sp. Bate) — Bonifacio, dragage, 10 mètres et 20 mètres. P. N. O.
27. *Pontocrates arenarius* (Sp. Bate) — Ajaccio, dragage, 60 mètres P. N. A. T. O.

Iphimedidæ

28. *Guernea coalita* (Norman) Bonifacio, dragage 10 mètres. P. N. A. T. O.

Calliopidæ

29. *Apherusa bispinosa* (Sp Bate) — Calvi, dragage, 50 mètres. T. N (1). A. O.

Atylidæ

30. *Paratylus guttatus* (Costa) — Ile-Rousse, dragage, 12 mètres. P. A. T. O.
31. *Dexamine spinosa* (Mont.) — Ajaccio, dragage, 50 mètres ; Bonifacio, dragage, 10 mètres. P. A. O.
32. *D. spiniventris* (Costa) — Porto Vecchio, sur *Pinna nobilis* Lin. (Simon-Dollfus.) P. N (2). A. O.

Gammaridæ

33. *Gammarus locusta* (Linné) Porto-Vecchio, marais salants (Dollfus). T. N. A. T. O.
34. *Gammarella brevicaudata* (M.-Edw.) — Corse (Simon) — Bonifacio, dragage, 22 mètres. P. N. A. O.
35. *Melita palmata* (Mont.) — Porto-Vecchio (Simon) — Étang de Ventilègne. P. N. A. T. O.
36. *M. gladiosa* (Sp. Bate) — Ajaccio, dragage, 40 mètres ; Bonifacio, dragage, 24 mètres. N (3). T. O.
37. *Mœra grossimana* (Mont.) — Bonifacio, dragage, 10 mètres ; Calvi, dragage, 50 mètres. P. N. O.
38. *M. truncatipes* (Spinola) — Porto-Vecchio (Simon) — Ajaccio, dragage, 50 mètres. P. N. A. T.

(1) *Acanthozone bispinosa* Della Valle.
(2) *D. spinosa* Della Valle.
(3) *M. obtusata* Della Valle.

39. *Ceradocus fasciatus* (Costa) — Porto-Vecchio (Simon). N.
40. *Elasmopus pocillimanus* (Sp. Bate) — Corse (Simon). P. N. A. T.
41. *Cheirocratus Sundevalli* (Rathke) — Bonifacio, dragage, 10 mètres et 24 mètres. P. N. A. O.

Lilljeborgidæ (1)

42. *Lilljeborgia pallida* (Sp. Bate) — Porto-Vecchio (Simon) — Ajaccio, dragage, 40 mètres. N (2). A. T.

Aoridæ (3).

43. *Aora gracilis* (Sp. Bate) — Ile-Rousse, dragage 12 mètres ; Ajaccio, dragage, 50 mètres. P. N. A. O.
44. *Microdeutopus gryllotalpa* Costa — Porto-Vecchio, sur *Pinna nobilis* Lin. P. N. T. O.
45. *M. versiculatus* Sp. Bate — Ajaccio, dragage, 40 mètres. P. T. O.
46. *M. Stationis* Della Valle — Bonifacio, sur les Huîtres. N. A. T.
47. *Lembos Websteri* Sp. Bate — Bonifacio, sur les Huîtres. P. N (4). A. O.
48. *L. spiniventris* (Della Valle) — Porto-Vecchio, sur *Pinna nobilis* Lin. (Dollfus). N (5).
49. *Stimpsonella armata* (Chevreux) — Bonifacio, dragage, 23 mètres. P. N. O.

Photidæ

50. *Leptocheirus fasciatus* (Costa) — Ile-Rousse, dragage, 12 mètres. P. N (6). A.
51. *Gammaropsis maculata* (Johnston) — Calvi, dragage, 50 mètres. P. N (7). A. O.
52. *Microprotopus maculatus* Norman — Bonifacio, dragage, 24 mètres. P. A. O.

Amphithoidæ (8)

53. *Amphithoe Vaillanti* Lucas — Porto-Vecchio (Simon) — Ajaccio, Ile-Rousse dans les Algues. P. N (9). A. T. O.
54. *Pleonexes gammaroides* Sp. Bate — Ile-Rousse, dans les Algues. P. A. T. O.
55. *P. ferox* nov. sp. — Ajaccio, dans les Algues. P. O.

Corophidæ

56. *Siphonoecetes Della Vallei* Stebbing — Bonifacio, dragage, 22 mètres. P. N (10). A.

(1) *Lilljeborgidæ* Stebbing, *Revision of Amphipoda (continued)*, *Ann. and Mag. of Nat. History*, septembre 1899, p. 211.

(2) *Nicippe pallida* Della Valle.

(3) *Aoridæ* Stebbing, *loc. cit.*, p. 211.

(4) *Autonoe longipes* Della Valle.

(5) *Autonoe spiniventris* Della Valle.

(6) *L. pilosus* Della Valle.

(7) *Protomedeia maculata* Della Valle.

(8) *Amphitoidæ* Stebbing, *loc. cit.*, p. 211.

(9) *A. rubricata* Della Valle.

(10) *S. typicus* Della Valle.

57. *Corophium bicaudatum* (Lin.) — Porto-Vecchio, marais salants (Dollfus). P. A. O.
58. *C. runcicorne* Della Valle — Bonifacio, dragage, 10 mètres et 23 mètres. N. A. O.

Cheluridæ

59. *Chelura terebrans* Philippi — Ajaccio, dragage, 60 mètres (1). P. N. O.

Caprellidæ

60. *Phtisica marina* Slabber — Ile-Rousse, dragage, 12 mètres. P. N (2). A. O.
61. *Caprella acanthifera* Leach — Ile-Rousse, nasse, 12 mètres ; Bonifacio, dragage, 23 mètres. P. N. A. T. O.
62. *Pseudolirius Kroyeri* (Haller) — Bonifacio, dragage, 10 mètres et 24 mètres. P. N.

Quatorze de ces espèces n'ont pas été trouvées à Naples par le professeur Della Valle. Ce sont :

Talitrus locusta (Pallas).
Hyale Stebbingi Chevreux.
Lysianax longicornis (Lucas).
Perrierella audouiniana (Sp. Bate).
Hoplonyx exiguus nov. sp.
Metaphoxus pectinatus (Walker).
Harpinia crenulata Boeck.
Paratylus guttatus (Costa).
Dexamine spinosa (Mont.)
Microdeutopus versiculatus Sp. Bate.
Microprotopus maculatus Norman.
Pleonexes gammaroides Sp. Bate.
Pleonexes ferox nov. sp.
Corophium bicaudatum (Linné).

Hoplonyx exiguus nov. sp.

(*Pl. V, fig. 1a-1k.*)

Femelle. — Corps assez fortement comprimé, lisse et arrondi, long de 4 millimètres, dans la position où il est figuré (*fig. 1a*). Tête plus longue que le premier segment du mésosome, lobes latéraux très prolongés, largement arrondis à l'extrémité. Plaques coxales des quatre premières paires beaucoup plus hautes que les segments correspondants du mésosome, celles des troisième et quatrième paires atteignant le double de la hauteur des segments. Plaques coxales de la cinquième paire un peu plus larges que hautes. Plaques épimérales du troisième segment du métasome (*fig. 1b*) prolongées en arrière et terminées par un angle modérément aigu. Troisième segment de l'urosome ne présentant pas de dépression dorsale.

Yeux très grands, légèrement réniformes, plus de deux fois aussi hauts que larges. Antennes supérieures aussi longues que l'ensemble de la tête et des deux premiers segments du mésosome. Premier article du pédoncule très volumineux. Flagellum principal beaucoup plus long que le pédoncule et comprenant dix articles ; flagellum accessoire composé de quatre articles. Antennes inférieures un peu plus longues que les antennes supérieures et possédant onze articles au flagellum.

(1) Un exemplaire, sorti probablement d'un morceau de bois ramené par la drague.
(2) Pour les *Caprellidæ*, l'habitat de Naples est indiqué d'après les travaux du professeur Paul Mayer.

Pièces buccales différant peu de celles du type du genre, *Hoplonyx cicada* (Fabr). Bord tranchant des mandibules *(fig. 1c)* convexe, portant une petite dent à chaque extrémité. Processus molaire obliquement tronqué. Lobe externe des mâchoires de la première paire *(fig. 1d)* portant quelques épines simples au bord interne et terminé par de fortes épines barbelées ; lobe interne bien développé, terminé par deux soies ciliées ; palpe dilaté à son extrémité, qui est finement denticulé. Mâchoires de la deuxième paire semblables à celles du type du genre, le lobe interne étant beaucoup plus court que le lobe externe. Palpe des maxillipèdes *(fig 1e)* remarquablement faible et grêle.

Gnathopodes antérieurs *(fig. 1f)* présentant bien les caractères du genre *Hoplonyx*. Article basal dilaté dans sa partie médiane. Article ischial très allongé. Propode aussi long que le carpe ; bord palmaire finement denticulé, se confondant avec le bord postérieur. Dactyle assez robuste, recourbé, portant une forte dent au bord interne et deux longues soies fixées, l'une au bord externe, près de sa base, l'autre au voisinage de l'origine de la dent du bord interne. Propode des gnathopodes postérieurs un peu prolongé inférieurement *(fig. 1g)*. Dactyle portant, comme celui des gnathopodes antérieurs, une petite dent au bord interne. Pattes des trois dernières paires assez courtes, croissant progressivement en longueur, de la cinquième à la septième paire ; article basal largement ovale ; article méral assez fortement dilaté en arrière ; propode beaucoup plus long que le carpe.

Branche interne des uropodes de la dernière paire *(fig. 1h)* complètement glabre, beaucoup plus courte que la branche externe, qui porte deux petites épines au bord externe. Telson *(fig. 1i)* ovale allongé, fendu sur les trois quarts de sa longueur, chacun de ses lobes portant deux petites épines au bord externe et une épine à l'extrémité.

Mâle. — Antennes inférieures *(fig. 1j)* beaucoup plus longues que celles de la femelle et portant vingt-deux articles au flagellum. Bord postérieur du flagellum des antennes supérieures et bord inférieur du flagellum des antennes inférieures garnis de calcéoles. Branches des uropodes de la dernière paire *(fig. 1k)* portant chacune deux longues soies.

Cette espèce présente les principaux caractères du genre *Hoplonyx*, mais en diffère par quelques points de détail : Forme des yeux, dents du bord tranchant des mandibules, prolongement du propode des gnathopodes postérieurs, branches des uropodes de la dernière paire non denticulées. Comme l'*Orchomenella nana* (Kröy.) de l'Océan, elle se prend communément dans les nasses placées sur fond de roches, par de petites profondeurs. C'est par ce procédé que la *Melita* en a capturé de nombreux exemplaires à l'Ile-Rousse, et, plus récemment, aux Salins d'Hyères, au cap d'Antibes et au cap Tédlès (Algérie).

Pleonexes ferox nov. sp.

(Pl. V, fig. 2a-2i.)

Mâle. — Corps obèse, peu comprimé, arrondi, ponctué de petites taches en forme d'étoiles, mesurant à peu près 5 millimètres de longueur, dans la position où il est figuré *(fig. 2a)*. Tête plus longue que le premier segment du mésosome, lobes latéraux peu saillants, angles inférieurs prolongés en avant, aigus. Plaques coxales des cinq premières paires à peu près aussi hautes que les segments correspondants du mésosome. Plaques épimérales des deux derniers segments du métasome prolongées et largement arrondies en arrière.

Yeux petits, ovales. Antennes supérieures atteignant à peu près la longueur de l'ensemble de la tête et des six premiers segments du mésosome. Premier article du pédoncule très volumineux, aussi long que le second article, troisième article atteignant un peu plus du tiers de la longueur du second. Flagellum beaucoup plus long que le pédoncule et comprenant vingt-cinq articles. Antennes inférieures plus longues que les antennes supérieures, extrêmement robustes. Cinquième article du pédoncule un peu plus long que le quatrième. Flagellum plus long que le dernier article du pédoncule et comprenant quatorze articles assez fortement ciliés.

Gnathopodes antérieurs (*fig. 2b*) assez volumineux. Bord postérieur de l'article basal fortement convexe ; carpe triangulaire ; propode ovale allongé ; dactyle beaucoup plus long que le bord palmaire. Gnathopodes postérieurs (*fig. 2c*) extrêmement robustes. Propode très volumineux, quadrangulaire, beaucoup plus large à l'extrémité qu'à la base ; bord palmaire présentant une profonde échancrure, suivie d'une grosse dent obtuse, échancrée en son milieu et finement crénelée sur sa partie antérieure. Dactyle extrêmement robuste, beaucoup plus long que le bord palmaire, très large à la base, brusquement terminé en pointe, crénelé dans la partie médiane de son bord interne.

Pattes de la cinquième paire (*fig. 2d*) plus courtes que les gnathopodes postérieurs. Article basal largement ovale. Propode presque aussi long que l'ensemble des deux articles précédents, dilaté vers son extrémité ; bord antérieur portant cinq épines droites et une grosse épine recourbée, qui se croise avec l'épine précédente. Pattes des deux dernières paires manquant chez l'exemplaire dessiné (chez d'autres exemplaires, elles sont de même forme que les pattes de la cinquième paire et n'en diffèrent que par leur taille beaucoup plus grande).

Uropodes de la première paire (*fig. 2e*) très robustes. Pédoncule garni d'une rangée de longues soies spiniformes ; branches beaucoup plus courtes que le pédoncule. Uropodes de la dernière paire (*fig. 2f*) dépassant de beaucoup le niveau de l'extrémité des uropodes précédents. Pédoncule très volumineux, aussi large que long ; branche externe armée de deux épines recourbées ; branche interne portant quelques soies à son extrémité. Telson, vu en dessus (*fig. 2g*), plus large que long, régulièrement arrondi, portant deux paires de soies spiniformes et une paire de petits crochets, situés au voisinage de son extrémité.

Femelle. — Antennes inférieures beaucoup plus grêles que celles du mâle. Gnathopodes postérieurs (*fig. 2h*) à peine plus robustes que les gnathopodes antérieurs. Carpe prolongé en un lobe étroit, arrondi à l'extrémité ; propode quadrangulaire ; dactyle plus long que le bord palmaire du propode. Propode des pattes des trois dernières paires possédant, comme chez le mâle, une forte épine recourbée, située au voisinage de l'articulation du dactyle (*fig. 2i*).

Cette espèce semble très rare dans les stations où j'ai eu occasion de la recueillir. Je n'en ai trouvé que deux exemplaires, un mâle et une femelle, à Ajaccio, trois exemplaires au cap d'Antibes et cinq exemplaires dans la baie Confitale (Ile Canarie) ; ils habitaient tous les Algues du littoral. Chez les exemplaires d'Antibes, le corps était vert jaunâtre ponctué de noir, les yeux rouges. La forme du propode des gnathopodes postérieurs du mâle semble quelque peu variable. Chez un exemplaire d'Antibes, de la taille de celui qui vient d'être décrit, ce propode est beaucoup plus allongé. Les antennes inférieures sont, il est vrai, plus grêles, ce qui semblerait indiquer un état moins adulte de l'animal.

LÉGENDE DE LA PLANCHE V

—

FIG. 1*a*,	*Hoplonyx exiguus* nov. sp.,	femelle,	vue du côté droit.
1*b*	—	—	plaque épimérale du troisième segment du métasome.
1*c*	—	—	mandibule gauche.
1*d*	—	—	mâchoire de la première paire.
1*e*	—	—	maxillipède.
1*f*	—	—	gnathopode antérieur.
1*g*	—	—	extrémité d'un gnathopode postérieur.
1*h*	—	—	uropode de la dernière paire.
1*i*	—	—	telson.
1*j*	—	mâle	tête et antennes.
1*k*	—	—	uropode de la dernière paire.
2*a*,	*Pleonexes ferox* nov. sp.,	mâle	vu du côté gauche.
2*b*	—	—	gnathopode antérieur.
2*c*	—	—	gnathopode postérieur.
2*d*	—	—	patte de la cinquième paire.
2*e*	—	—	uropode de la première paire.
2*f*	—	—	uropode de la dernière paire.
2*g*	—	—	telson.
2*h*	—	femelle	gnathopode postérieur.
2*i*	—	—	extrémité d'une patte de la dernière paire.

M. C. HOUARD

Préparateur à l'Université de Paris

ZOOCÉCIDIES RECUEILLIES EN ALGÉRIE [632:595.4]

— Séance du 13 septembre —

Les Zoocécidies de l'Algérie et de la Tunisie sont encore fort peu connues et, seules, quelques indications cécidologiques sont consignées dans les écrits de LABOULBÈNE, GUENÉE, RAGONOT, GAIN et MARCHAL. Il me semble intéressant d'ajouter à ces travaux une simple liste des Zoocécidies que j'ai pu récolter au cours d'un rapide voyage effectué en avril 1900 d'Alger à Aïn-Sefra et celles reçues depuis de la même région. Les Cécidies peu connues seront décrites avec quelques détails.

Artemisia herba-alba Asso

1. *Diptérocécidie.* — Les capitules sont transformés en petites Cécidies cylindriques, de 9 millimètres de longueur sur 3 millimètres de largeur, recouvertes extérieurement de fins poils blancs et garnies latéralement de nombreuses bractées; à l'intérieur de chaque galle, dont la paroi est épaisse et ligneuse, se trouve une grande cavité allongée, glabre, fermée par une touffe épaisse de poils blancs et une couronne de bractées. Ces cécidies présentent une très grande analogie avec celles que *Rhopalomyia tubifex* Bouché produit sur l'*Artemisia campestris* L. et contiennent chacune une larve orangée, brillante, de $2^{mm},15$ de long, ou une nymphe rouge portant sur le front un long appendice, translucide, bifide.

Saint-Denis-du-Sig (10 avril).

2. *Diptérocécidie.* — Dans la même localité, sur les massifs montagneux du Djebel Touakas, les belles galles cotonneuses, dues à l'action d'une larve de *Rhopalomyia* sur un bourgeon, étaient excessivement abondantes. Je les ai récoltées également à Saïda (17 avril); plus au sud encore elles ont été signalées à Hassi Souïna (800 kilomètres de la côte) par la mission Flament.

3. *Lépidoptérocécidie.* — Une autre Cécidie, qui est peut-être l'œuvre d'une larve de papillon, et qui ne contenait au moment de ma cueillette qu'une grosse larve d'Hyménoptère, sans doute parasite, se trouve fort communément à l'extrémité des jeunes rameaux latéraux, raccourcis et épaissis *(fig. 1)*; la cavité larvaire est grande et ouverte par en haut.

Saint-Denis-du-Sig (10 avril).

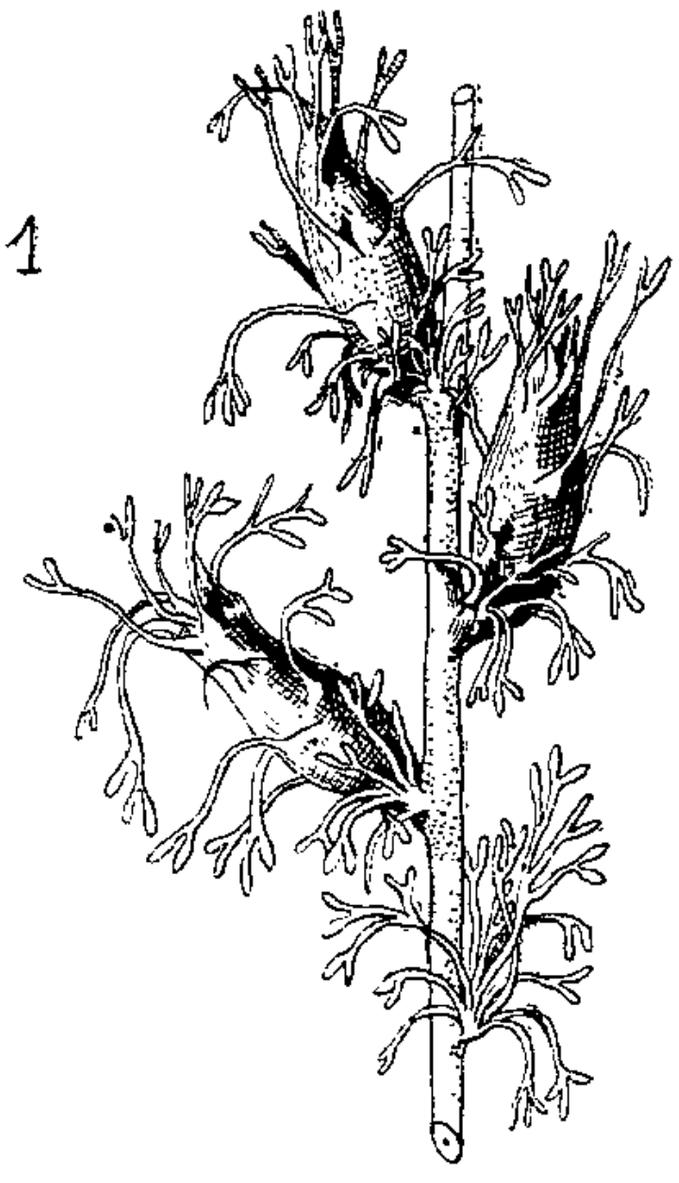


Fig. 1. — *Artemisia herba-alba.* Cécidie n° 3.

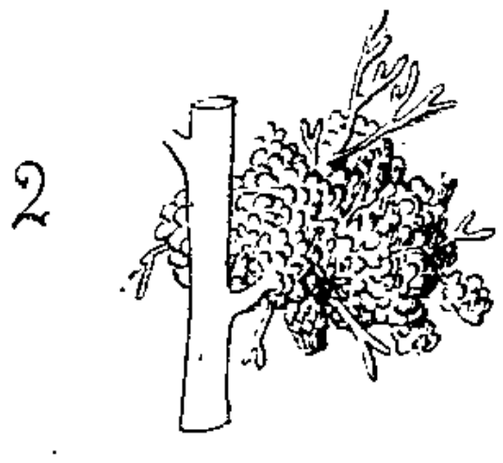


Fig. 2. — *Artemisia herba-alba.* Cécidie n° 5, *b*.

4. *Lépidoptérocécidie.* — Renflement presque sphérique de 10 millimètres de diamètre, situé à l'extrémité de la tige; la paroi est épaisse, ligneuse, et délimite une grande cavité courbe.

Saint-Denis-du-Sig (10 avril).

5. *Phytoptocécidies*. — Les déformations produites par des Eriophyides sur l'Armoise blanche consistent :

a) A l'extrémité des inflorescences, en amas globuleux grisâtres de 8 à 10 millimètres de diamètre, provenant de la transformation des capitules en lames foliacées, dures, courtes, velues et serrées ;

b) A l'aisselle des rameaux, en grosses touffes vertes formées d'un grand nombre de minuscules bractées *(fig. 2)*. Eriophyides couleur chair ;

c) A l'extrémité des jeunes feuilles, en petits amas de poils blancs, abritant des Eriophyides couleur rose chair.

Saint-Denis-du-Sig (décembre 1900 et janvier 1901).

Atriplex halimus L.

Dans les terrains salés du littoral oranais et de l'intérieur des terres, le *Ktaf* des Arabes nous a fourni de nombreuses Cécidies :

6. *Asphondylia punica* Marchal. — A l'extrémité d'un rameau, arrêté dans son développement, petites Cécidies hémisphériques, de 2 à 3 millimètres de diamètre, à paroi épaisse, recouvertes de feuilles courtes et contournées. Une larve orangée par loge.

Cette Cécidie était excessivement abondante à Saint-Denis-du-Sig, Perrégaux, Dublineau, etc. (10-15 avril).

7. *Stefaniella trinacriae* Stefani. — Renflement fusiforme des rameaux, pouvant atteindre 12 à 20 millimètres d'épaisseur, colorés vivement en rouge groseille d'un côté ; la surface externe est lisse ou garnie de quelques aspérités rosées. En coupe *(fig. 3 et 4)*, la cécidie montre, au milieu d'un parenchyme vert, plusieurs chambres larvaires allongées, contenant chacune une larve blanche.

On trouve souvent de pareilles Cécidies à l'extrémité du rameau, dont la croissance est alors arrêtée *(fig. 5)*, ainsi que sur le pétiole *(fig. 6)* ou la nervure médiane des feuilles *(fig. 7)* ; on peut les rencontrer aussi dans la région florifère sous forme de grosses masses arrondies, rosées, portant les fruits atrophiés et souvent accompagnées des galles de l'*Asph. punica*.

Saint-Denis-du-Sig (25 novembre 1900).

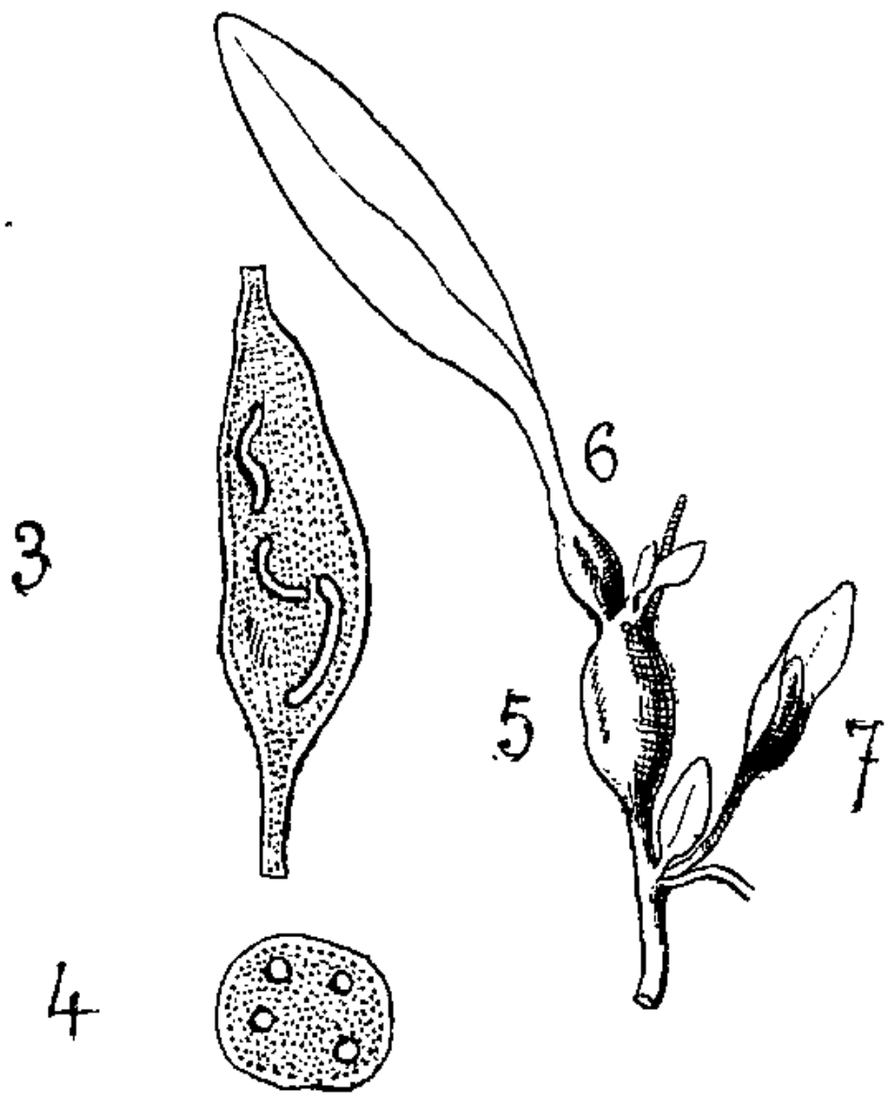


Fig. 3 à 7. — *Atriplex halimus*. Cécidie n° 7.

8. *Stefaniella atriplicis* Kieffer. — Renflement fusiforme de la tige, atteignant jusqu'à 7 millimètres de diamètre ; souvent la base des rameaux latéraux ou la base des pétioles prend part à la déformation.

Cécidie très commune à Saint-Denis-du-Sig (11 avril).

9. *Diptérocécidie*. — Petites pustules du limbe, circulaires, de 4 millimètres de diamètre, contenant une petite larve jaunâtre de Cécidomyine.

Saint-Denis-du-Sig (10 avril).

10. *Hémiptérocécidie.* — A l'extrémité d'un rameau, qui ne se développe plus, les feuilles sont contournées et boursouflées sous l'influence d'un Psyllide; souvent le limbe est replié par en haut.

Saint-Denis-du-Sig (10 avril).

11. *Eriophyes brevipes* Nal. — Boursouflure irrégulière du limbe, mesurant 1 à 2 millimètres de diamètre.

Saint-Denis-du-Sig (12 avril).

12. *Coleophora stefanii* Joannis. — Lépidoptérocécidie fusiforme, allongée, de 5 à 10 millimètres de diamètre sur 25 à 35 millimètres de longueur, à paroi très épaisse et à grande cavité larvaire.

Saint-Denis-du-Sig (13 avril).

BRYONIA DIOICA Jacq.

13. *Perrisia bryoniae* Bouché. — Saint-Denis-du-Sig (10 avril), à la ferme de l'Union.

CALYCOTOME INTERMEDIA DC.

14. *Diptérocécidie.* — Les gousses de cette plante, assez répandue dans le Tell oranais, étaient fréquemment déformées, raccourcies (18 millimètres de longueur au lieu de 45) et gonflées, uniloculaires; la cavité interne est à peu près sphérique et limitée par une paroi épaisse, souvent percée latéralement du trou d'éclosion. Nymphes marron d'*Asphondylia*.

Saint-Denis-du-Sig (10 avril), sur les contreforts du Dj. Bou Sella.

CARRICHTERA ANNUA L.

15, *Phytoptocécidie.* — Pilosité anormale sur les segments des feuilles dont la nervure médiane s'hypertrophie et se recourbe en gouttière vers la face supérieure.

Saint-Denis-du-Sig (11 avril).

CENTAUREA ASPERA L.

16. *Hyménoptérocécidie.* — Cécidie glabre, dure, presque sphérique, de 12 millimètres de diamètre, formant un renflement latéral et multiloculaire de la tige; dans chaque loge se voit une grosse larve blanche, longue de 4 millimètres.

Saint-Denis-du-Sig (15 avril).

17. *Eriophyes centaureæ* Nal. — Pustules molles du limbe.

Saint-Denis-du-Sig (15 avril).

CENTRANTHUS RUBER DC.

18. *Trioza centranthi* Vallot. — Enroulement marginal des feuilles par en haut.

Sur un mur à Alger (4 avril).

CERATONIA SILIQUA L.

19. *Diptérocécidie.* — Petite pustule de 6 millimètres de long sur 4 millimètres de large, faisant surtout saillie à la face supérieure du limbe et n'en modifiant pas le contour; la cavité contient plusieurs petites larves blanches, longues de $1^{mm},9$.

Je n'ai récolté qu'un seul échantillon de cette Cécidie peu commune. Saint-Denis-du-Sig (13 avril).

CHENOPODIUM ALBUM L.

20. *Aphis atriplicis* L. — Saint-Denis-du-Sig (12 avril).

CITRUS AURANTIUM RISSO

21. *Hémiptérocécidie.* — Saillie légère à la face supérieure du limbe due à un Psyllide.

Saint-Denis-du-Sig (12 avril).

CYNODON DACTYLON Pers.

22. *Diptérocécidie.* — Cécidie ovoïde formée de feuilles imbriquées.
Saint-Denis-du-Sig, sur les talus des fossés (13 avril).

23. *Lonchaea lasiophthalma* Macq. — Cécidie en forme de tresse. Même localité.

EUPHORBIA Sp.

24. *Diptérocécidie.* — Involucre transformé en une cécidie conique recourbée, de 12 millimètres de longueur et présentant latéralement un trou d'éclosion.

J'ai recueilli cette cécidie sèche et en mauvais état à Saint-Denis-du-Sig (12 avril).

FAGONIA CRETICA L.

25. *Diptérocécidie.* — Cécidie globuleuse formée aux dépens des fleurs qui restent fermées et dont les diverses pièces sont hypertrophiées et décolorées. Dans chaque bouton vivent de quatre à six larves grégaires, longues de 3 à 4 millimètres et de teinte jaunâtre.

Saint-Denis-du-Sig (décembre 1900 et janvier 1901).

26. *Diptérocécidie.* — Cécidie consistant, au niveau d'un nœud, en l'hypertrophie très accusée de la partie basilaire d'un pétiole, d'un pédoncule floral ou d'un entrenœud; dans la petite cavité jaunâtre ainsi constituée vivent deux à trois larves blanchâtres. Souvent la Cécidie affecte la partie terminale d'une pousse, dont la croissance est alors arrêtée.

Saint-Denis-du-Sig (décembre 1900).

27. *Lépidoptérocécidie.* — Galles allongées, cylindriques, nettement cannelées, colorées en vert ou en rouge groseille sur une face, et provenant du renflement

d'un entrenœud; la cavité allongée, à paroi épaisse, contient une belle chenille grisâtre, très vive, longue de 5 à 6 millimètres.

Cette Cécidie est très abondante, au sud de Saint-Denis-du-Sig, sur les contreforts du Dj. Bou Sella, du Dj. Touakas et près du grand Barrage.

Le papillon que j'ai obtenu de ces Cécidies appartient (d'après les renseignements qui m'ont été obligeamment communiqués par M. J. de Joannis) au genre *Gelechia*, sous-genre *Teleia* et sera sans doute à rapporter à l'une ou l'autre des espèces *omachella* Oberthür ou *brucinella* Mann, qui sont connues en Algérie, Bithynie, Égypte et Sicile.

Fraxinus excelsior L.

28. *Contarinia marchali* Kieffer. — Fruits déformés.
Cécidie récoltée sur les frênes d'Orléansville (6 avril) et de Saint-Denis-du-Sig (12 avril).

29. *Perrisia fraxini* Kieffer. — Orléansville (6 avril).

30. *Psyllopsis fraxini* L. — Orléansville (6 avril).

Galium aparine L.

31. *Perrisia aparines* Kieffer. — Déformation de l'extrémité des tiges.
Cécidie récoltée à Orléansville près du mur d'enceinte (6 avril).

Hypochoeris radicata L.

32. *Aulax hypochoeridis* Kieffer. — Saint-Denis-du-Sig (13 avril).

Juniperus communis L.

33. *Diptérocécidie.* — Cécidie terminale, formée le plus souvent de trois verticilles de feuilles : celles du troisième verticille sont épaissies à la base seulement et conservent leur longueur normale; celles du second sont raccourcies, très élargies à la base et légèrement écartées les unes des autres au sommet; enfin les aiguilles du verticille interne sont petites, colorées en brun et n'atteignent que 4 à 5 millimètres de longueur. Une larve orangée, de $1^{mm},6$ de longueur.

J'ai récolté ces galles à Saïda (17 avril), le long de la route de Sidi-Bel-Abbès, en face le pont, sur quelques genévriers rabougris qui étaient, avec un vieil olivier, les seuls arbustes de ce massif rocailleux et désolé. La première éclosion a eu lieu le 5 mai à Paris.

Limoniastrum guyonianum Cosson et Durieu

34. *Hémiptérocécidie.* — Feuilles épaissies et enroulées en spirale.
Cécidie assez rare, recueillie à Aïn-Sefra (19 avril).

Lycium intricatum Boissier

35. *Phytoptocécidie.* — Les jeunes rameaux, les jeunes feuilles et quelquefois les fleurs de ce Lyciet étaient abondamment couverts et déformés par de jolies

Cécidies violettes, de 4 millimètres de diamètre, fortement saillantes. L'Eriophyide contenu dans la cavité centrale est sans doute l'*Eriophyes eucricotes* Nal.

Cécidie très abondante à Saint-Denis-du-Sig (14 avril) et à Saïda (18 avril).

Malva silvestris L.

36. *Aphis urticaria* Kalt. — Saïda (17 avril).

Papaver rhaeas L.

37. *Aulax papaveris* Perris. — Saint-Denis-du-Sig (15 avril).

Pistacia atlantica Desf.

38. *Pemphigus semilunarius* Pass. — Environs de Saint-Denis-du-Sig (21 avril).

39. *Pemphigus utricularius* Pass. — Id.

Pistacia lentiscus L.

40. *Aploneura lentisci* Pass. — Blida (5 avril) ; Saint-Denis-du-Sig (21 avril).

41. *Eriophyes stefanii* Nal. — Blida (5 avril) ; Orléansville (6 avril).

Pistacia terebinthus L.

42. *Pemphigus semilunarius* Pass. — Blida (5 avril) ; Saint-Denis-du-Sig (15 avril).

43. *Pemphigus utricularius* Pass. — Id.

44. *Pemphigus cornicularius* Pass. — Id.

Populus alba L.

45. *Phyllocoptes reticulatus* Nal. — Le bourgeon hypertrophié se transforme en une masse spongieuse, velue, pouvant atteindre 20-25 mill. de diamètre.

Saint-Denis-du-Sig (mai 1900).

Quercus coccifera L.

46. *Plagiotrochus fusifex* Mayr. — Renflement fusiforme de l'axe d'un chaton.

Environs de Saint-Denis-du-Sig (15 avril 1901).

47. *Hyménoptérocécidie.* — Petite Cécidie dure, constituée par une étamine grossie, atteignant $2^{mm},2$ de longueur, très fortement hypertrophiée à la base,

effilée ou non au sommet et portant sur le côté une demi-anthère *(fig. 8 à 10)*; l'ensemble est jaune verdâtre et à surface glabre. La cavité centrale, allongée, est entièrement remplie par une petite larve blanche de Cynipide.

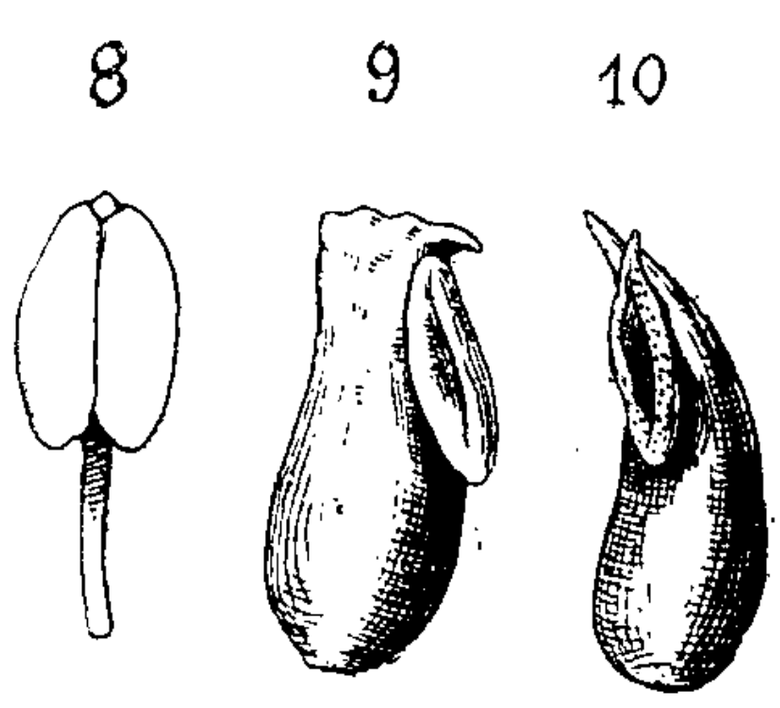


FIG. 8 à 10. — *Quercus coccifera*. Cécidie n° 47.

Dans l'envoi qui m'avait été fait de Saint-Denis-du-Sig (15 avril 1901), je n'ai trouvé que deux fleurs mâles attaquées; dans chacune d'elles, une seule étamine était hypertrophiée. L'axe du chaton n'est pas renflé au niveau de la fleur.

48. *Dryocosmus australis* Mayr. — Cécidie de la grosseur d'un pois, faisant fortement saillie sur les deux faces du limbe.
Saint-Denis-du-Sig (15 avril 1901).

49. *Andricus coriaceus* Mayr. — Pustule circulaire de 2 à 3 mill. de diamètre.
Saint-Denis-du-Sig (15 avril 1901).

50. *Plagiotrochus ilicis* Fabr. — Cécidie rougeâtre ovoïde, épaisse, à loges nombreuses, occupant tout le limbe et ne laissant subsister au bord que les dents épineuses.
Saint-Denis-du-Sig (15 avril 1901).

QUERCUS ILEX L.

51. *Dryomyia lichtensteini* F. Löw. — Saint-Denis-du-Sig (10 avril).

52. *Eriophyes ilicis* Can. — Saint-Denis-du-Sig (10 avril).

RUBIA PEREGRINA L.

53. *Eriophyes rubiae* Can. — Cécidie ovoïde, irrégulière, de 12 mill. environ de longueur, provenant de la transformation des feuilles du verticille supérieur.
Dans les haies aux environs d'Alger (5 avril).

54. *Eriophyes rubiae* Can.? — Le bord du limbe est enroulé par en haut et la nervure médiane déformée.
Alger (5 avril).

SINAPIS ALBA L.

55. *Diptérocécidie*. — Silique gonflée, déformée, courbée, colorée en rouge vineux. Dans la partie boursouflée se trouvent 2 à 3 petites larves blanches de $1^{mm},5$ de long.
Recueilli sur les glacis du mur d'enceinte à Orléansville (6 avril).

SONCHUS MARITIMUS L.

56. *Phytoptocécidie*. — Sur les feuilles (ou encore sur la hampe florale), nombreuses pustules rosées, très irrégulières, isolées ou groupées, faisant forte-

ment saillie sur les deux faces du limbe ; la cavité interne est spacieuse et lisse.

Cécidie commune dans les fossés de la plaine de Saint-Denis-du-Sig (14 avril).

TAMARIX AFRICANA Poiret

57. *Amblypalpis olivierella* Rag. — Grosse Cécidie ligneuse.
Saint-Denis-du-Sig (14 avril).

58. *Hémiptérocécidie.* — Déformation très apparente des jeunes rameaux qui deviennent rougeâtres et d'aspect lâche, sous l'influence d'Aphidiens placés à l'aisselle des feuilles.
Saint-Denis-du-Sig (14 avril).

59. *Diptérocécidie?* — Vers la partie terminale des jeunes pousses, renflement fusiforme de 20 mill. de long sur 4 à 6 millimètres de diamètre transversal ; la paroi en est mince et la cavité centrale, très allongée, contenait, à l'époque de la cueillette, une nymphe brun foncé, de $4^{mm},5$ de longueur.
Saint-Denis-du-Sig (14 avril).

ULMUS CAMPESTRIS L.

60. *Schizoneura lanuginosa* Hartig. — Orléansville (5 avril).

M. le Dr CLIGNY

Sous-Directeur de la Station aquicole de Boulogne-sur-Mer.

MISSION DE « LA VIENNE »
LE PLANKTON PÉLAGIQUE AU LARGE DES COTES BRETONNES [595.34]

Séance du 13 septembre —

A la demande du Comité consultatif des pêches, M. le Ministre de la Marine décidait, l'an dernier, l'exploration de certains fonds situés au large de la côte bretonne. Une mission dirigée par M. Fabre-Domergue, inspecteur général des pêches, embarquait le 16 juillet 1900 à bord du transport *la Vienne*, pour explorer la zone comprise entre Belle-Isle, Brest et le haut-fond de la Chapelle. Le programme comportait essentiellement l'étude de la reproduction des Pleuronectes, et l'examen de certains fonds que nos chalutiers commencent à fréquenter : accessoirement des observations de plankton.

La mission emportait un matériel de pêche et tous les appareils nécessaires aux études océanographiques ; en particulier, elle possédait pour la capture du plankton un grand chalut de surface en gaze et mousseline, un appareil de Buchet et une série de petits filets fins.

Nous nous proposons d'exposer succinctement les caractéristiques de ce plankton, surtout en ce qui concerne les Copépodes ; les alevins, qui en formaient une partie intéressante, ont été enlevés par un premier triage pour une étude spéciale.

Les stations explorées sont au nombre de douze : toutes sont superficielles, et certaines d'entre elles ont une étendue considérable, car le planktonomètre de Buchet est parfois demeuré fort longtemps à la traîne (station *4 bis*, le 21 juillet pendant sept heures ; station *4 ter*, les 21-22 juillet pendant onze heures).

En général, les pêches au chalut de surface ont été faites le soir, par très beau temps de calme plat et avec une température relativement élevée, car la mission opérait pendant les plus fortes chaleurs de juillet ; la mer se montrait généralement phosphorescente, phénomène dû surtout aux crustacés, car nous n'avons jamais trouvé de Noctiluques ni à l'examen immédiat sur la récolte fraîche, ni à l'étude minutieuse faite au Laboratoire. Le chalut de surface, ingénieusement modifié par M. Fabre-Domergue, s'est admirablement comporté et a fourni les plus riches récoltes dans un état parfait ; mais, à cause de sa fragilité relative, il ne peut être remorqué qu'à très faible vitesse et par une mer très plate ; le premier inconvénient est compensé d'ailleurs par la grande ouverture du filet, de sorte qu'au total, une aire considérable a été balayée. En général, ce chalut restait une heure à la mer à chaque station.

Station n° 3 (Long. 46° 59′ 20″ N., Lat. 6° 8′ 10″ W.).

19 juillet, 9 heures soir. — Chalut de surface.

Le plankton est composé en majeure partie de *Calanus finmarchicus* auxquels il faut joindre quelques autres Copépodes, des alevins de Poissons ronds, des *Sagitta* en petit nombre, une très petite Sépiole, quelques Schizopodes (*Boreophausia*, *Mysis*), une larve de Squille et diverses larves au stade zoé.

Les Copépodes sont :

Calanus finmarchicus Gunner,
Euchœta hebes Giesbrecht,
Metridia hibernica Brady et Robertson.

Parmi les *Euchœta*, beaucoup de femelles portant leurs œufs ; dans les *Metridia*, une majorité de femelles.

STATION N° 4 (Baie de Quiberon).

Juillet, 9 heures soir. — Chalut de surface.

Une proportion à peu près égale de *Calanus finmarchicus* et d'*Euchæta hebes*; parmi ces derniers nous n'avons trouvé que des femelles; en outre quelques Schizopodes, un petit nombre de *Sagitta* et des larves de Crabes à divers stades.

Copépodes :

Euchæta hebes.
Calanus finmarchicus.

STATION N° 4 *bis* (Sud-est de Belle-Isle).

21 juillet, 1 h. 50 m. soir à 9 heures soir. — Planktonomètre Buchet.

Les Copépodes sont en majorité.

Oithona nana Giesbrecht.
Paracalanus parvus Boeck.
Acartia clausii Giesbrecht.
Calanus finmarchicus Gunner.
Centropages typicus Kröyer.
Euchæta hebes Giesbrecht.
Microsetella atlantica Brady et Robertson.

Nous les avons rangés par ordre de fréquence, mais c'est aussi, grossièrement, (sauf pour *Microsetella*), l'ordre des tailles croissantes : ceci est dû, nous semble-t-il, à l'appareil lui-même: excellent pour la capture des petites espèces, pour celles des Protozoaires et Protophytes en particulier, le planktonomètre laisse à désirer pour les formes plus grosses, car ces dernières se trouvent écrasées par la pression de l'eau dès que le bateau atteint une certaine vitesse (11 à 12 nœuds dans le cas présent). Ainsi les *Calanus finmarchicus* et les *Centropages typicus* habituellement abondants sont peu nombreux ici ; les *Euchæta* sont très rares. Les *Microsetella* sont représentés par quelques mâles. En outre, l'échantillon renferme diverses larves de Crustacés et surtout de Copépodes, quelques Schizopodes, des Nématodes, de très petits Gastéropodes, des Héliozoaires ; le règne végétal est représenté par divers Flagellates comme des *Ceratium* (*C. furca*, *C. fusus*, *C. tripos* var. : *baltica*), des Peridinium.

STATION N° 4 *ter* (Mêmes parages).

Du 21 juillet à 10 heures soir au 22 juillet à 9 heures matin.
Planktonomètre Buchet.

Même récolte qu'à la station précédente, avec quelques grosses Diatomées circulaires et des colonies de très petites algues vertes sphériques : les *Microsetella atlantica* sont représentés cette fois par quelques femelles portant leurs œufs, et deux ou trois mâles.

STATION N° 18 (Long. 7° 12′ W., Lat. 48° 16′ N.).

23 juillet. — Chalut de surface et filet fin.

Le plankton est caractérisé par une proportion considérable de *Sagitta* et un bon nombre de *Tomopteris ;* il contient les Copépodes suivants :

Calanus finmarchicus,
Centropages typicus,
Euchœta hebes,
Metridia hibernica,
Anomalocera patersonii Templeton,
Acartia clausii,
Oithona nana.

Les *Euchœta* étaient parasités par des Acinétiens fixés un peu partout, sur les antennes et l'abdomen en particulier.

STATION N° 11 (Long. ?, Lat. ?).

24 juillet, 9 heures soir. — Chalut de surface.

Les espèces de Copépodes sont nombreuses et mêlées à des Méduses, à des *Sagitta* : en outre, on y observe quelques Amphipodes, des larves de Crustacés et surtout de Copépodes, de petits Gastéropodes. Nous trouvons par ordre de fréquence :

Calanus finmarchicus,
Candace pectinata Brady,
Anomalocera patersonii,
Euchœta norvegica Boeck,
Centropages chierchiæ Giesbrecht,
Euchœta hebes,
Metridia hibernica,
Oithona nana,
Acartia clausii,
Paracalanus parvus.

C'est la pêche la plus riche que nous ayons faite au point de vue du nombre des espèces ; peut-être convient-il de noter qu'elle coïncide sensiblement avec le maximum des chaleurs si exceptionnelles de l'année ; à noter que les *Metridia hibernica* et les *Acartia clausii* sont représentés presque exclusivement par des femelles.

STATION N° 13 (Long. 7° 35′ W., Lat. 47° 25′ N.).

25 juillet. — Chalut de surface

La récolte correspondant à cette station est encore une des plus riches et des plus variées de toute la campagne : malheureusement le bocal qui la renfermait

s'est brisé pendant le transport, et le plankton à demi desséché a beaucoup souffert ; les Copépodes qu'on y distingue sont :

Calanus finmarchicus,
Euchæta norwegica,
Candace pectinata,
Metridia hibernica.

les deux premières espèces étant de beaucoup prédominantes ; les *Candace* sont exclusivement des mâles autant qu'il nous a paru ; mais ce qui caractérise particulièrement l'échantillon, c'est la multitude des *Tomopteris* et surtout des *Sagitta* : en outre des larves de Squilles, de Crabes, puis des Amphipodes, Isopodes, Schizopodes et entre autres des Mysidées portant leur ponte déjà très développée ; enfin, avant le triage, la capture renfermait un bon nombre d'alevins.

STATION N° 18 (Long. 10° 15′ W., Lat. 47° 48′ N.).

27 juillet, 9 heures soir. — Chalut de surface.

Le plankton est caractérisé par l'abondance des éléments pélagiques non crustacés : il contient, en particulier, de nombreuses Salpes agrégées ou non, des *Sagitta*, *Tomopteris*, des Sépioles, des Méduses, puis des alevins et œufs de Poissons; enfin, comme Copépodes :

Centropages chierchiæ,
Calanus finmarchicus,
Paracalanus parvus,
Centropages typicus,
Metridia hibernica,
Oithona nana,
Anomalocera patersonii,
Euchæta hebes,
Acartia clausii,
Candace pectinata,

bref, les mêmes espèces qu'à la station n° 11, moins les *Euchæta norwegica* : *Candace pectinata* est représenté par une seule femelle; les *Acartia* et *Anomalocera* sont peu nombreux; les *Centropages* sont très abondants, surtout *C. chierchiæ* où l'on constate, dans l'échantillon, une hyperpolyandrie marquée : quatre mâles environ pour une seule femelle.

STATION N° 18 *bis*.

27 juillet.

Mêmes espèces, mêmes proportions, mais le flacon contient peu de chose : c'est sans doute le résultat d'un seul coup de filet fin.

STATION N° 21 (Long. 8° 6′ W., Lat. 47° 10′ N.).

29 juillet, 3 heures soir.

Plankton de Salpes et d'Amphipodes avec assez peu de Copépodes :

Calanus finmarchicus,
Anomalocera patersonii,
Centropages chierchiæ.

On y observe encore des *Sagitta* et des larves de Crustacés; puis des œufs de Poissons appartenant au moins à trois espèces, parmi lesquelles un Trigle et un *Caranx*.

STATION N° 20 ? (Long. 10° 20′ W., Lat. 47° 30′ N ?).

(Flacon avec étiquette illisible.)

Cet échantillon, dont l'origine ne peut être précisée contient quelques *Peridinium*, des Algues vertes filamenteuses ramifiées, de nombreuses larves *pilidium*, des mues de Cirrhipèdes, des larves de Crabes à divers stades et spécialement de Porcellanes, des larves de Squilles. Enfin des *Sagitta*, des Appendiculaires, quelques alevins et œufs de Poissons *(Caranx trachurus, Solea lutea)* et, comme Copépodes :

Catanus finmarchicus,
Euchœta hebes,
Centropages chierchiæ,
Anomalocera patersonii,
Microsetella atlantica,
Metridia hibernica,
Oithona nana.

En résumé, les Copépodes recueillis pendant la campagne correspondent à dix genres et douze espèces seulement, dont aucune n'est nouvelle; on peut les grouper, d'après la classification de Giesbrecht, dans le tableau suivant :

Sous-ordre : *Gymnoplea*.	*Calanidæ* . . .	*Calanus finmarchicus*.
		Paracalanus parvus.
		Euchœta hebes.
		Euchœta norwegica.
	Centropagidæ .	*Centropages typicus*.
		Centropages chierchiæ.
		Metridia hibernica.
	Candacidæ. . .	*Candace pectinata*.
	Pontellidæ. . .	*Anomalocera patersonii*.
		Acartia clausii.
Sous-ordre : *Podoplea*. .	*Cyclopidæ* . . .	*Oithona nana*.
	Harpactidæ . .	*Microsetella atlantica*.

Au point de vue biologique, ce sont bien les espèces qu'on pouvait prévoir dans cet habitat; elles sont toutes pélagiques, bien que l'une d'elles, *Acartia clausii*, fréquente volontiers la région côtière. Pour la distribution en latitude, *Calanus finmarchicus* et *Paracalanus parvus* sont par excellence des formes cosmopolites puisqu'on les trouve de l'un à l'autre océan glacial. Cinq de nos espèces sont communes aux mers chaudes et aux mers froides du Nord; ce sont :

Centropages typicus,
Anomalocera patersonii,
Candace pectinata,
Acartia clausii,
Microsetella atlantica.

Deux sont plus particulières aux mers froides et se trouvaient, par suite, à la limite méridionale de leur habitat naturel, voire même un peu au delà; ce sont :

Euchæta norwegica,
Metridia hibernica.

Encore la première n'a-t-elle été rencontrée par nous que dans deux stations, et en quantité médiocre; la seconde se retrouve plus souvent, mais toujours en petit nombre.

Enfin trois espèces correspondent à la faune des mers tempérées :

Euchæta hebes,
Centropages chierchiæ,
Oithona nana.

Nous les avons trouvées plusieurs fois en grande quantité.

Si toutes ces espèces se trouvent bien dans leur station normale ou à peu près, en revanche certaines absences sont faites pour nous surprendre, et notamment celles des *Pleuromma*, des *Isias*, des *Temora* et des *Para-pontella*, ces derniers étant toujours abondants à la côte dans ces mêmes régions et s'étendant volontiers au large.

Pour le surplus du plankton, l'observation la plus intéressante, c'est la présence *locale* ou *momentanée* de certaines formes qui se trouvent en grande abondance dans certains coups de filet pour ne plus se présenter ensuite qu'en petit nombre ou manquer tout à fait; il en résulte que nos bocaux ont, au premier coup d'œil, des apparences très diverses : dans l'un, les Amphipodes dominent; dans un autre on observe une quantité de Salpes; ailleurs, ce sont les *Tomopteris* ou les *Sagitta* qui frappent le regard.

L'exemple le plus caractéristique de ces essaims nous a été fourni par un Schizopode inattendu, le *Nyctiphanes norwegica* (M. Sars); le 29 juillet, vers midi, *la Vienne* se trouvait par 47° 10′ lat. N., 8° 6′ long. W., soit environ à 70 milles au S.-W. de la baie d'Audierne, quand elle traversa de grandes taches rouge sang, si nettement circonscrites, si voisines les unes des autres, que nous crûmes un instant avoir donné de l'étrave dans quelque cétacé; le chalut de surface fut mis à l'eau immédiatement et le navire revenant en arrière, une grande quantité de Nyctiphanes put être recueillie, mêlée à des Copépodes (surtout *Calanus finmarchicus*) et des alevins. La rencontre ne manque pas d'intérêt au point de vue biologique, attendu que cette espèce paraît avoir, en général, un habitat plus septentrional, qu'elle se rencontre plus volontiers vers le fond qu'à la surface, enfin qu'on la trouve ordinairement par individus isolés. On l'a recueillie sur les côtes du Groenland, d'Irlande et d'Écosse, aux

Fœroë, au Danemark et en Norvège, enfin sur la côte atlantique des États-Unis. Pourtant on l'a trouvée parfois aussi dans nos mers, mais en petite quantité; c'est ainsi que Norman, à bord du *Travailleur*, l'a pêchée dans le golfe de Biscaye et, que plus récemment, le *Caudan* en a capturé une centaine d'exemplaires dans les mêmes parages. En général, sur les côtes d'Écosse on la trouve un peu au-dessus des fonds vaseux par 80 brasses et au delà; le *Caudan* l'a pêchée par 560-1.710 mètres, mais il convient d'ajouter que Herdmann en a capturé à la surface de l'Atlantique par les pompes d'un paquebot et que parfois il s'en est échoué sur les plages.

En tout cas, des essaims comme celui-là doivent être assez rares à la surface, près de nos côtes, sans quoi ils eussent été signalés depuis longtemps par les pêcheurs, tant leur aspect est saisissant. Pendant la nuit, ils doivent être extrêmement phosphorescents.

Les Nyctiphanes sont signalés depuis longtemps comme formant un aliment favori du Hareng et on en a trouvé aussi dans l'estomac de Maquereaux pêchés aux filets dérivants; enfin M. Guillard, de Groix, ayant transmis à M. Fabre-Domergue le contenu stomacal de quelques thons pris l'été dernier, nous y avons trouvé une grande quantité de ces Nyctiphanes presque intacts. Ainsi, en dehors de leur intérêt biologique, les essaims de Nyctiphanes peuvent avoir indirectement un certain intérêt économique.

Ajoutons que nous avons examiné minutieusement plusieurs centaines de ces Schizopodes dans l'espoir d'y retrouver le *Branchiophryxus Nyctiphanæ* (Caull.) parasite que Caullery a trouvé sur ceux du *Caudan;* nos recherches, à cet égard, ont été infructueuses.

On remarquera que les Copépodes recueillis par *la Vienne* sont presque entièrement distincts de ceux que *le Caudan* avait pêchés en des parages assez voisins et à la saison correspondante de 1895; une seule espèce est commune aux deux listes, *Euchæta norwegica;* mais il convient d'observer que les récoltes du *Caudan* ont été faites à de grandes profondeurs (950-1.710 mètres), alors que celles de *la Vienne* sont exclusivement fournies par des pêches de surface.

Cette note était rédigée quand nous avons reçu le premier volume du *Report on Norwegian Fishery and Marine Investigations* (Kristiania, 1900), où nous relevons, sous la signature de Hjort, un passage relatif au *Nyctiphanes norwegica* et qui corrobore nos propres conclusions : « En étudiant la faune d'une station déterminée, il me parut très important de distinguer les formes qui y vivent de façon permanente et les formes qui visitent seulement la localité pendant de courts intervalles. Je fus très surpris de constater combien peut varier l'apparition d'une multitude d'individus appartenant à la même espèce, même quand il s'agit de Crustacés. Durant mes opérations de chalutage, il m'arrivait rarement de rencontrer le *Nyctiphanes norwegica;* mais, au mois de mai 1899, cette espèce apparut soudain dans le Berwick Fjord en telle quantité que les petits sloops, pêchant les *Pandalus* au chalut, durent employer six hommes avec des palans

pour hisser leur engin, et, quand celui-ci fut à bord, il fallut rejeter de véritables bancs de Nyctiphanes ; quelques mois plus tôt, dans ce même endroit, l'équipage de mon vapeur avait fait 300 ou 400 traits de chalut et capturé seulement quelques individus de cette espèce que je regardais alors comme fort peu commune. Cette immigration en masse dura quatorze jours, après quoi les Nyctiphanes disparurent sans laisser de trace et redevinrent une espèce rare. »

M. Ernest CHANTRE

Sous-Directeur du Muséum de Lyon.

LA NÉCROPOLE PROTO-HISTORIQUE DE CAGNANO, PRÈS LURI (CORSE)

[571.92 : 45.9]

— Séance du 9 septembre —

La Corse a été habitée dès la plus haute antiquité par les peuples les plus divers, dont les exploits remplissent les annales de l'histoire. Qu'il me suffise de rappeler que les Phéniciens, les Étrusques et les Romains l'ont occupée tour à tour. Mais, antérieurement à l'arrivée de ces conquérants, le sol de la Corse avait donné asile à des peuplades préhistoriques tout comme le continent. Toutefois, si aucune observation précise ne permet de croire, jusqu'à ce jour, que l'homme paléolithique a vécu dans l'île, des découvertes nombreuses ont montré que la civilisation néolithique s'y est développée de bonne heure et y a laissé des vestiges importants de sa prospérité. M. Ferton a trouvé des stations et des sépultures de cette époque aux environs de Bonifacio, et MM. Malespina et Guidone Francheschi ont formé des collections d'objets de cette époque et même de l'âge du bronze, sur plusieurs points de l'île, notamment à Piazzola, à Olmi Cappelle et ailleurs. Mais aucune découverte se rapportant à l'âge du fer n'avait été signalée, lorsqu'il y a quelques mois (mai 1901) M. le docteur Agostini, de Bastia, me communiquait une trouvaille de ce genre.

Il s'agissait d'objets en bronze trouvés à Cagnano, près de Luri, non loin du cap Corse, dans une carrière de pierre à bâtir. Ces objets, au nombre de près de deux cents et formant un poids total d'au moins 20 kilogrammes, consistaient presque exclusivement en bijoux, et paraissaient provenir de mobiliers funéraires.

Les ouvriers carriers avaient, en effet, trouvé la plupart de ces bronzes antiques associés à des ossements humains. A la nouvelle de cette décou-

verte, on avertit le maire du village ainsi que la gendarmerie, qui firent opérer des recherches. Celles-ci eurent pour résultat de mettre au jour une vingtaine de crânes, et un grand nombre d'os longs autour desquels se trouvaient des bracelets, des fibules, des boutons, etc. Les ossements humains n'ont pas été conservés. M. Agostini a pu, quoique prévenu un peu tard, recueillir encore deux crânes en partie brisés et un certain nombre d'antiquités qu'il a bien voulu envoyer à mon laboratoire, afin de me permettre de les étudier.

Invité par M. Agostini à venir pratiquer des fouilles à Cagnano, je m'y serais volontiers rendu immédiatement si je n'avais pas dû venir en Corse quelques semaines plus tard, pour prendre part au Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, qui devait se réunir à Ajaccio au mois de septembre. C'est donc à cette époque seulement que j'ai pu aller à Cagnano et me rendre compte de toute l'importance de cette découverte. Grâce à l'aimable hospitalité de la famille Agostini, j'ai pu visiter la carrière où les ouvriers avaient, du reste, continué de découvrir des antiquités.

Il m'a été donné de constater que l'on était bien en présence d'une nécropole, et que celle-ci avait été établie sur la plate-forme d'un abri sous-roche formé par des éboulis de rochers schisteux. Cette plate-forme s'étant effondrée, les sépultures furent désorganisées, et les ossements, aussi bien que le mobilier funéraire, entraînés pêle-mêle au milieu des matériaux d'éboulement.

Il n'y avait donc pas lieu de faire des fouilles. Je ne pus que recueillir, à mon tour, quelques débris humains et quelques objets en bronze, ainsi que des fragments de poterie. Il me restait à étudier l'ensemble des objets composant la trouvaille, et dont le nombre avait presque doublé depuis l'envoi que M. Agostini avait bien voulu me faire. Ceux-ci sont actuellement au nombre de 318, et ce chiffre sera certainement bientôt dépassé, car chaque jour apporte la découverte de quelques pièces nouvelles. Ils appartiennent à vingt-neuf catégories différentes ainsi que le montre le tableau suivant :

MOBILIER FUNÉRAIRE

Fibules à arcs et à sangsue	13
— à violon avec ou sans chaînette	23
Pendeloques en feuille de laurier	62
— diverses : boules, ovoïdes, avec bélières.	34
— à peigne.	6
Boutons à bélières	26
— à trous et à chaînettes	18
A reporter.	182

Report	182
Plaques de ceinture estampées	2
Agrafes de ceinture à rouelles	14
— — à disque	14
— — à cuillère	14
— — forme de hache	2
Bagues dont 2 à spirales	4
Bracelet ouvert à extrémités à boules	1
— fermé à côtes	4
Brassards spirales à ruban et à extrémités effilées	14
— à tige ronde	8
— filiforme à tige ronde	2
Torques (4 à tige ronde et 4 à tige carrée)	8
Tubes à chaînettes	2
— à spirales	8
Pinces à épiler	2
Poignée de dague	1
Vase à puiser ou louche, en bronze	1
Coupe ou plat creux	1
Perles en pâte de verre jaune à yeux bleus	22
Bouton ou tonnelet en os	1
Applique ou plaque en os	1
Vases : gobelets, coupes, plats creux en terre grossière	12
TOTAL	320

Tous ces objets appartiennent au propriétaire de la carrière. Cet homme est convaincu qu'il est en possession d'un véritable trésor et s'en exagère tellement la valeur qu'il ne m'a pas été possible d'en faire l'acquisition pour nos musées.

Voici maintenant la description de ce mobilier funéraire par catégorie.

Fibules. — Cet objet de parure si caractéristique dans la plupart des sépultures proto-historiques, mycéniennes, pré-étrusques, hallstattiennes et gauloises a été trouvé jusqu'à ce jour à Cagnano, au nombre de 36 spécimens qui offrent une remarquable variété. On y voit à côté du type simple à arc et à violon *(fig. 1 à 4)*, comme celles de Pantalica et de Cassabile en Sicile (1), le type en forme de sangsue *(fig. 5)* de Koban, d'Este inférieur et de Chiusi (2) avec ou sans côtes. Des fibules analogues à celles de Cagnano ont été signalées autrefois par M. Caziot comme ayant été trouvées sur plusieurs autres points de la Corse, notamment à Pizzola, à Passa et à Ava (3).

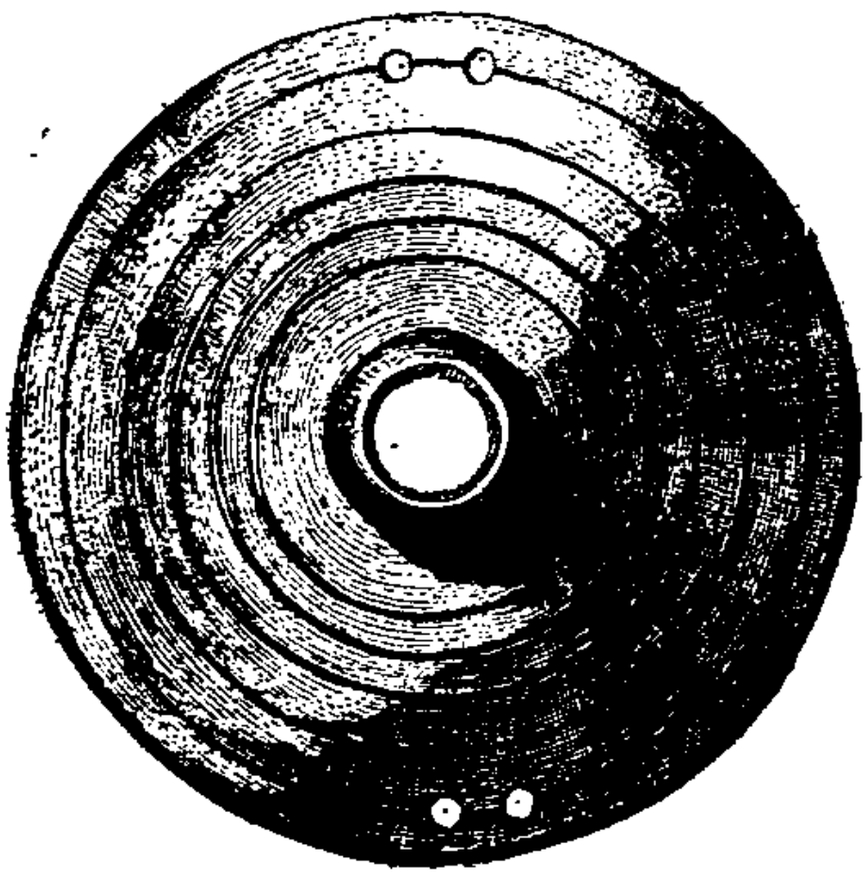
Pendeloques. — C'est au nombre de 102 que cet ornement a été recueilli. La diversité en est fort grande, mais on peut les rattacher à quatre types fondamentaux parmi lesquels celui qui affecte la forme de la feuille de laurier est le

(1) Paolo CORSI. Les nécropoles sicules de Pantalica et de Cassabile en Cicile. Extrait des *Monumenti anthici*, in-4°, 1899. Roma, t. IX.

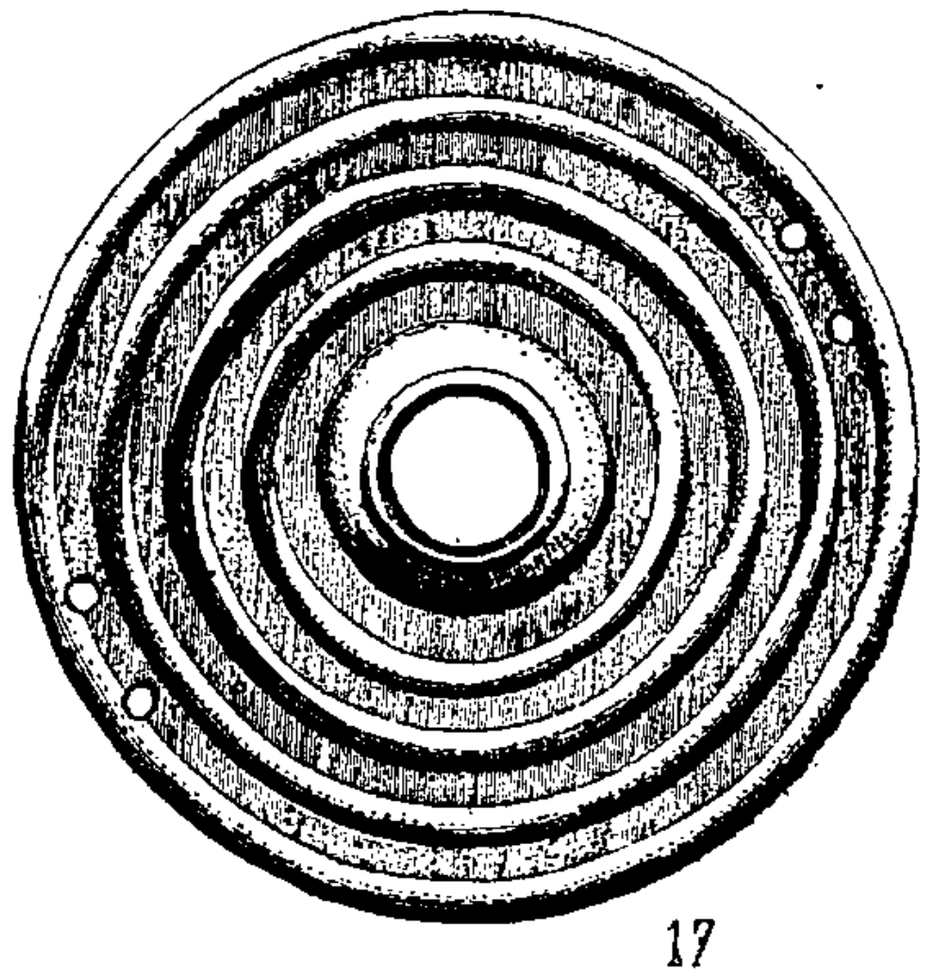
(2) Ernest CHANTRE. *Recherches anthropologiques au Caucase*, t. II.

(3) Découvertes préhistoriques faites en Corse en 1897. *Feuilles des jeunes naturalistes*, n° 325, p. 32.

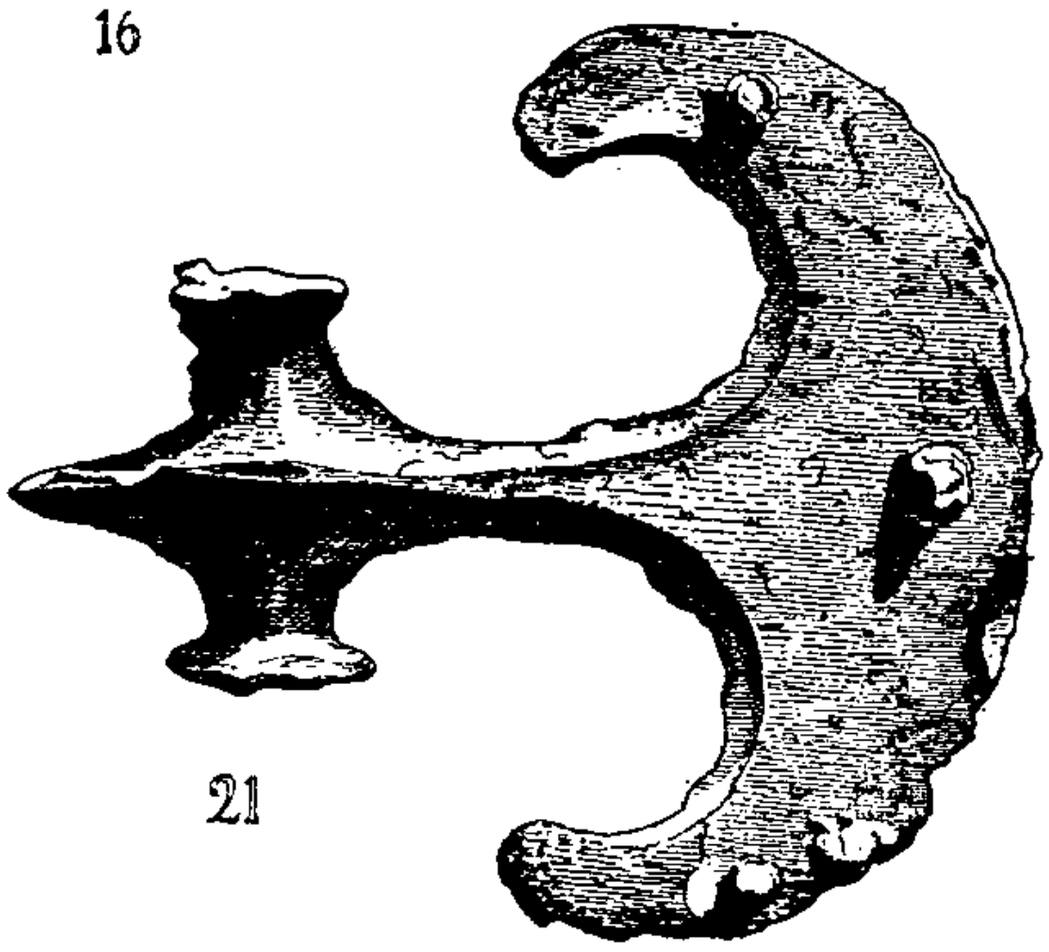
1
2
5
9
10
11
3
33
12
13
4
14
6
7
8
29
30



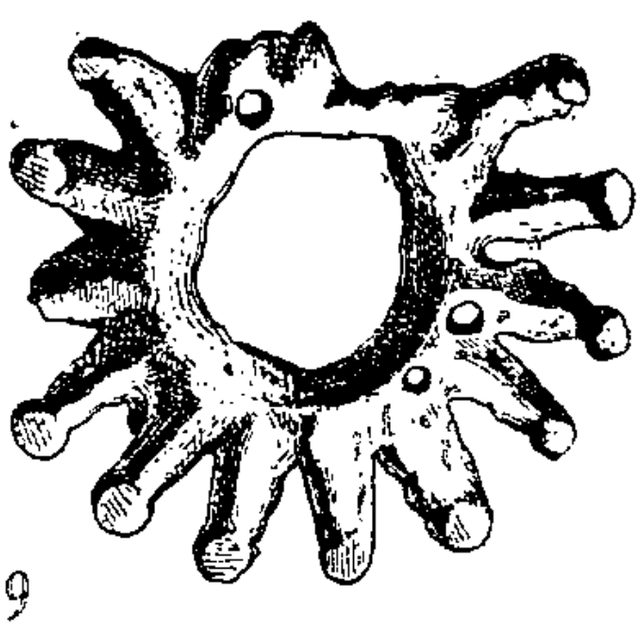
16



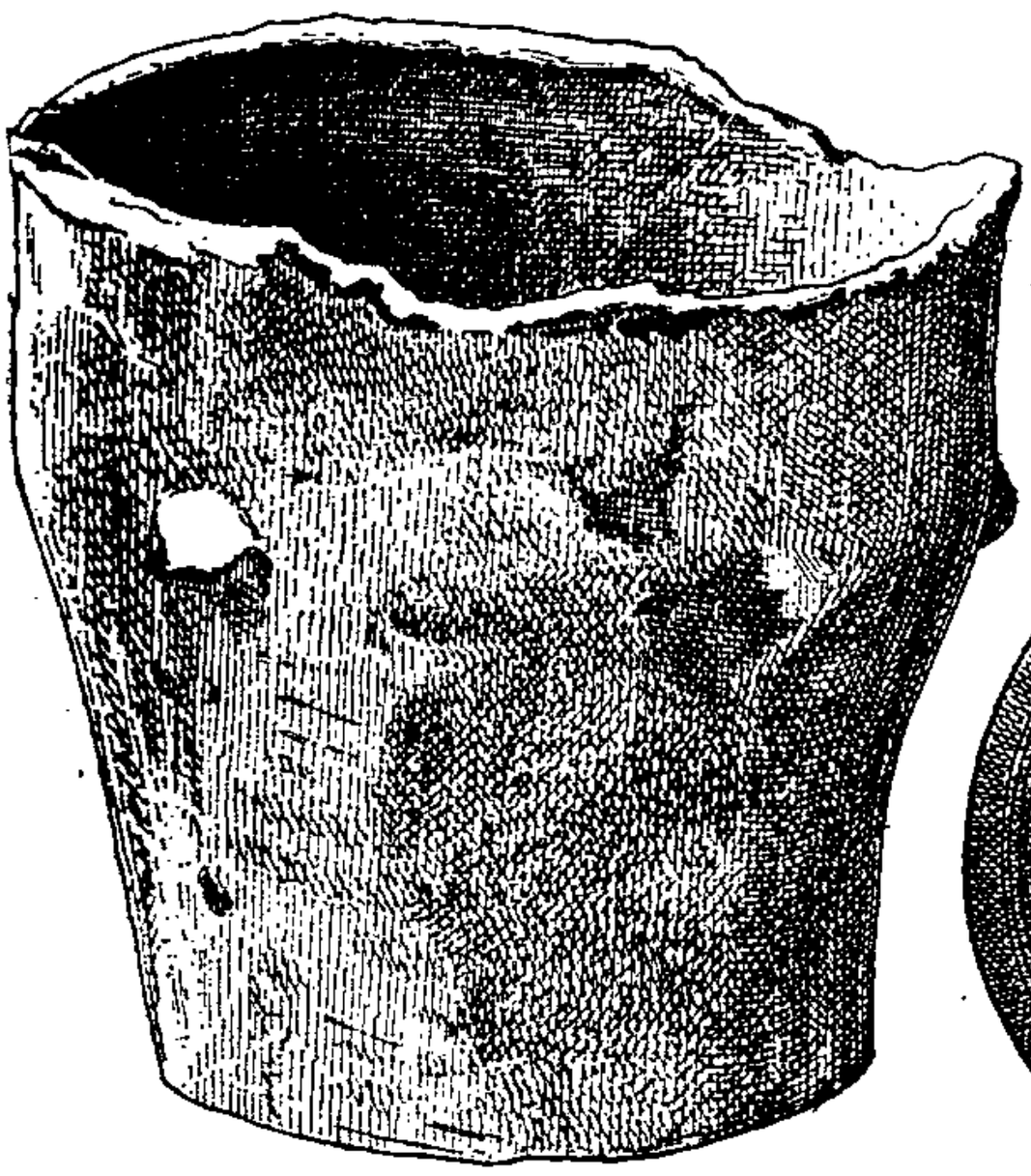
17



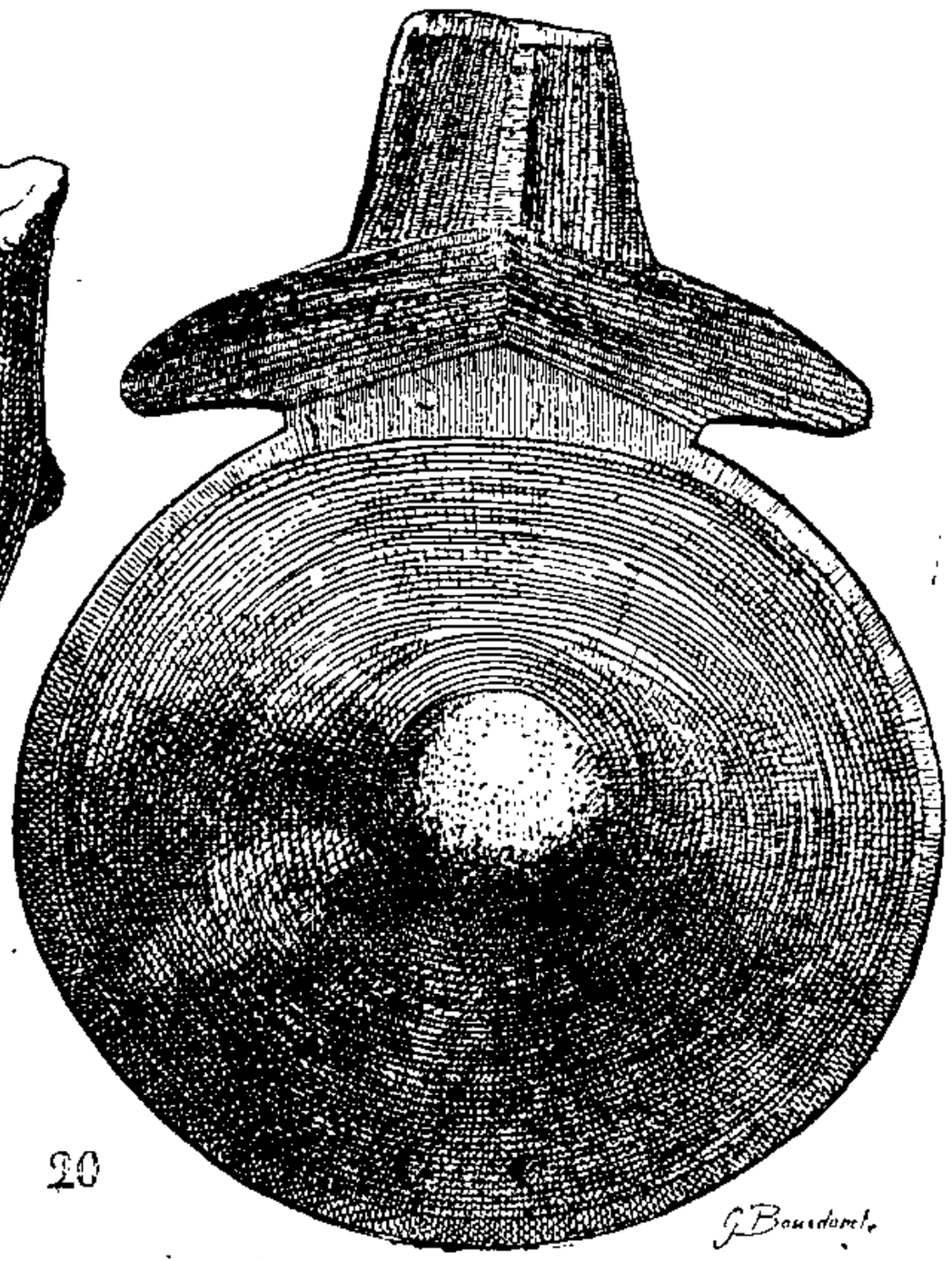
21



19

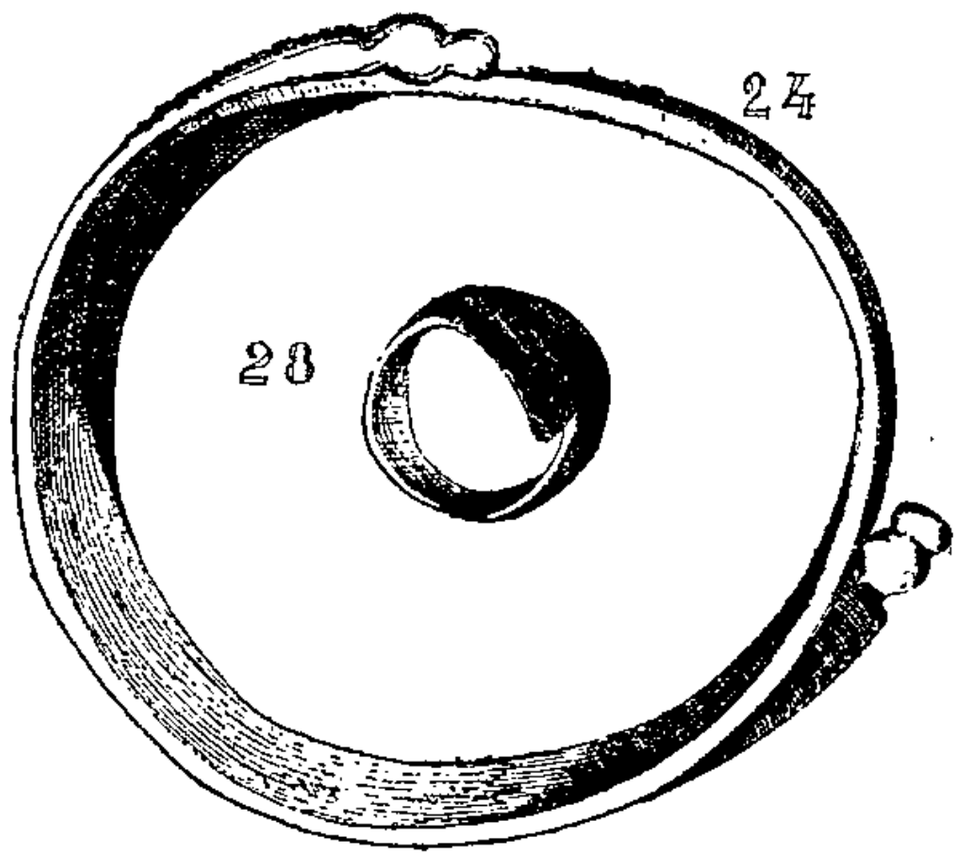


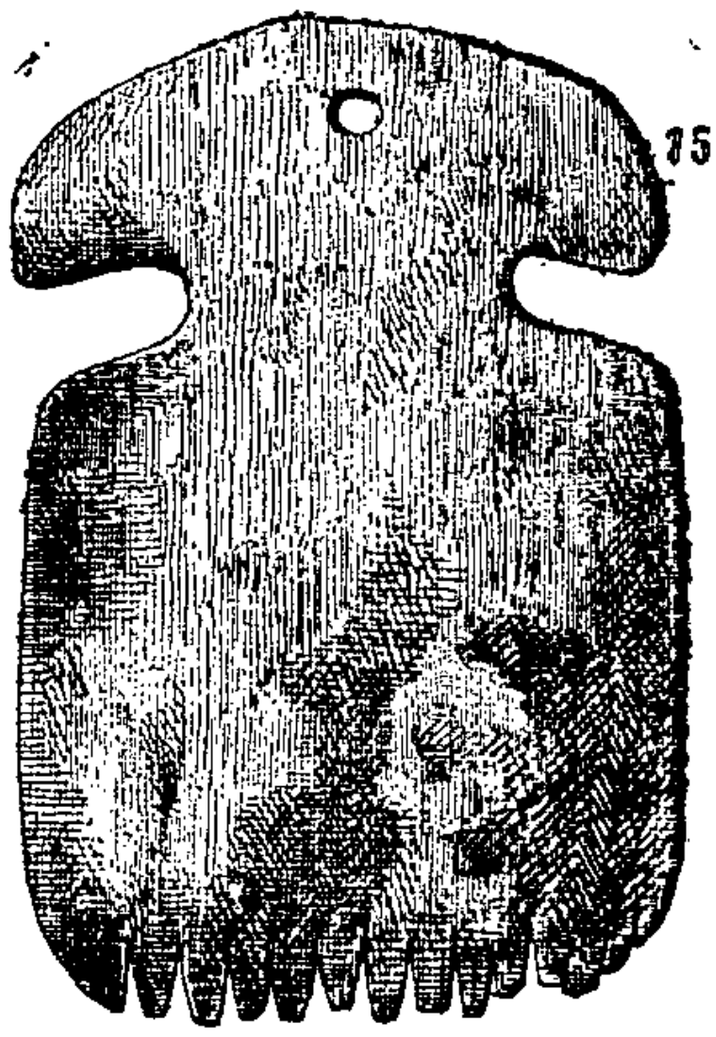
32

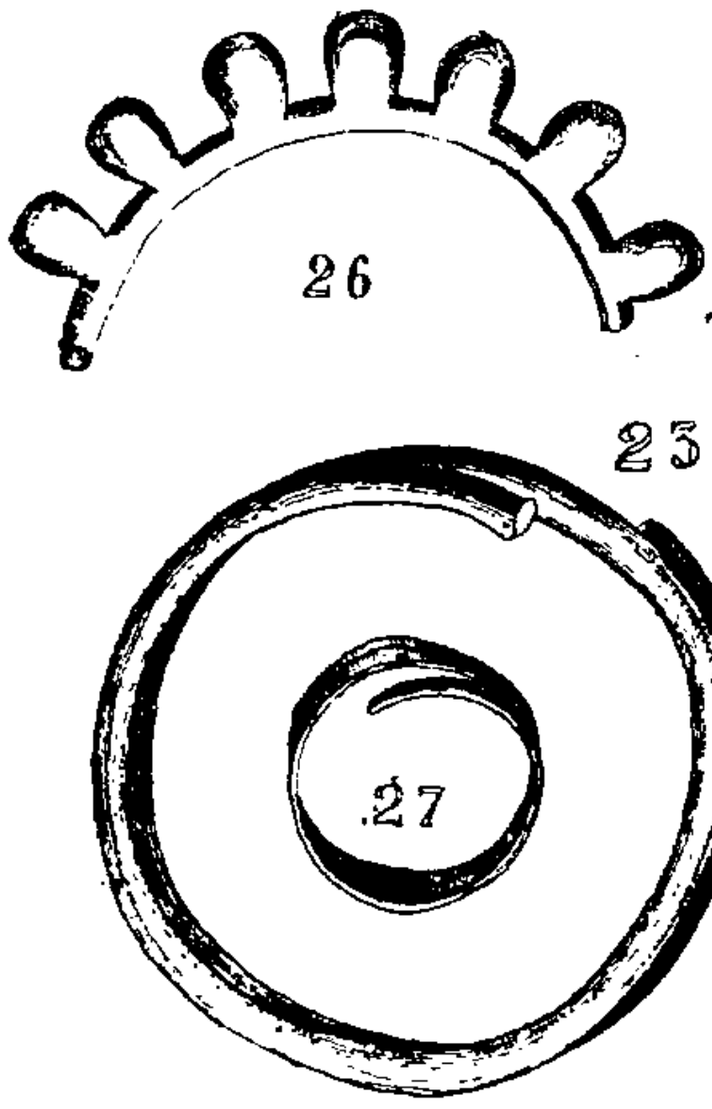


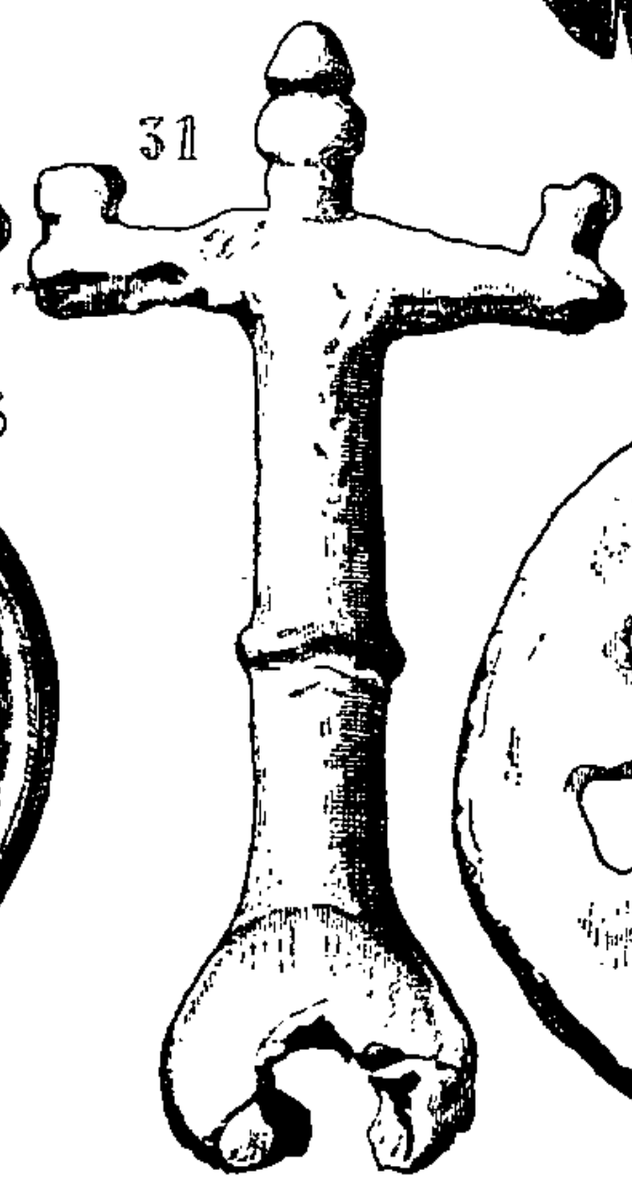
20

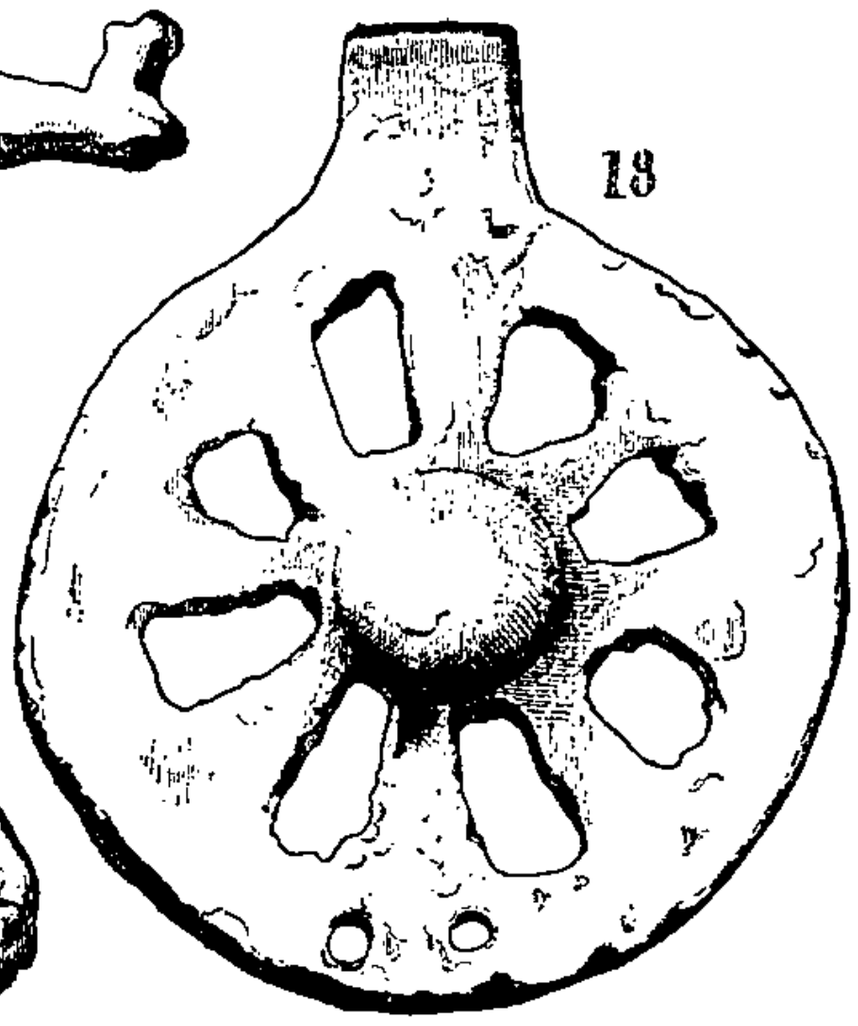
J. Boudard.


24
28

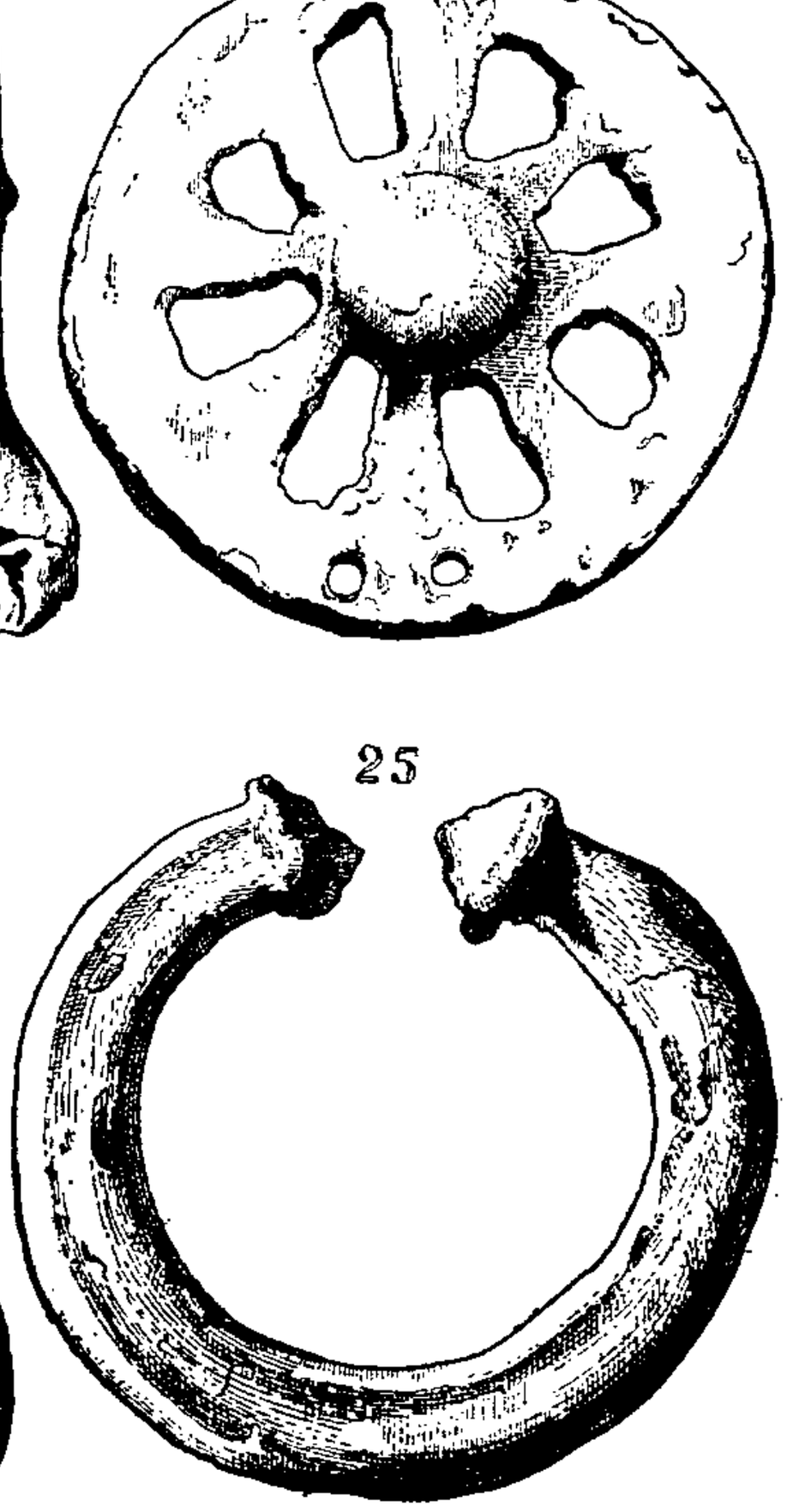

15


26
23
27


31


13

22


25

plus fréquent *(fig. 6 à 8)*. Ici, comme dans les mobiliers funéraires des tumulus bourguignons et francs-comtois (1) et dans beaucoup d'autres nécropoles proto-historiques, ce genre de pendeloque ne peut être considéré que comme pendentifs de ceinturon, car un grand nombre d'entre elles sont encore pourvues de chaînettes de suspension. On connaît, du reste. plusieurs ceintures complètes montrant cette disposition. Les autres types sont représentés par des pièces diverses généralement pourvues de bélières ou de trous d'attache ou de suspension; telles sont des appliques discoïdales ou spirales *(fig. 9 à 14)*, des sphères pleines ou creuses, des grelots ovoïdes, des plaquettes taillées en forme de peigne *(fig. 15)*, etc., rappelant nombre de pièces analogues fréquentes dans la plupart des milieux mycéniens les plus anciens.

Ceintures. — Plusieurs fragments de feuilles de bronze hautes de 8 à 10 centimètres, et longues de 30 à 40 centimètres, montrent que l'usage des ceintures métalliques ou recouvertes de bronze était tout aussi répandu en Corse, à cette époque, que sur le continent. Ces feuilles de bronze sont généralement ornées de dessins géométriques rudimentaires exécutés en pointillé; d'autres sont décorées simplement de petits mamelons estampés.

Agrafes de ceinture. — Cagnano a fourni jusqu'à ce jour plus de quarante exemplaires d'agrafes de ceinture se rapportant à quatre types principaux. Les unes sont constituées par des disques plus ou moins ornés de cercles concentriques en creux ou en relief, et percées de trous d'attache *(fig. 16)*. Les autres sont de simples rouelles à trois ou quatre branches, et reliées par des anneaux *(fig. 17 à 19)* ou des disques convexes, en forme de cuillères, pourvus, soit d'une tige à crochet, soit d'un anneau pour recevoir un crochet *(fig. 20)*. Ce type me paraît tout à fait nouveau et spécial à cette localité. On remarque enfin un autre type consistant en une pièce qui affecte la forme d'une hache d'arme, pourvue au revers d'un crochet *(fig. 21)*. Le quatrième type consiste en une plaque dont les extrémités sont découpées en spirales *(fig. 22)*.

Brassards à spirales. — Cet ornement si caractéristique des nécropoles hallstattiennes du continent européen (région danubienne) et du Caucase, est fréquent à Cagnano. Ces brassards sont de deux types : les uns, les plus nombreux, sont faits d'un ruban de bronze de 3 millimètres d'épaisseur sur 10 ou 12 de hauteur; les extrémités du ruban sont généralement effilées. Les autres sont faits d'une tige ronde ou triangulaire de 2 à 5 millimètres de diamètre.

Bracelets. — Les bracelets proprement dits sont plus rares à Cagnano que les brassards. Les uns sont ouverts, les autres fermés *(fig. 23 et 24)*. Les premiers sont faits d'un ruban de bronze de 3 millimètres d'épaisseur sur 5 millimètres de hauteur et ornés d'une sphère aux extrémités *(fig. 25)*. Ce type est analogue à celui que Carthailhac a signalé aux Baléares. Les seconds sont formés d'une tige demi-ronde, ornée sur la face externe de séries de côtes irrégulières en relief plus ou moins prononcées *(fig. 26)*.

Bagues. — Ce bijou est peu commun dans cette nécropole. On n'en connaît que trois exemplaires : deux consistent en une double spirale, les autres en de simples anneaux *(fig. 27 et 28)*.

(1) *Les nécropoles et tumulus du premier âge du fer dans le bassin du Rhône,* par Ernest CHANTRE.

Torques. — Cet ornement caractéristique des sépultures hallstattiennes, tout comme le brassard et la fibule, n'est pas rare à Cagnano. Il s'y présente sous deux types : celui à tige ronde simple et celui à tige quadrangulaire tordue de 3 à 6 millimètres.

Boutons et appliques. — Ces objets de types et surtout de grandeurs fort variés, sont nombreux. Les boutons sont souvent pourvus de bélières et les appliques toutes discoïdales sont pourvues de trous d'ajustage auxquels sont fréquemment placées des chaînettes. Ces pièces sont identiques à celles que j'ai trouvées en si grand nombre à Koban.

Tubes. — Dans cette catégorie doivent être placés les tubes unis avec ou sans chaînettes, puis des tubes faits en feuilles de bronze tordues en spirale, identiques, comme les appliques, à ceux de Koban *(fig. 29 et 30)*.

Pinces à épiler. — Ce petit ustensile, qui deviendra, plus tard, d'un usage répandu, commence à se montrer dans les milieux mycéniens. Cagnano en a fourni deux exemplaires.

Poignards. — Les armes, comme les ustensiles, sont fort rares à Cagnano. Deux ou trois fragments de poignards ont été trouvés jusqu'ici dans cette nécropole. Le plus important est une poignée qui rappelle plutôt les types marniens que les types hallstattiens *(fig. 31)*.

Vases en bronze. — Deux pièces seulement de cette catégorie sont à signaler à Cagnano. L'un est une sorte de *situla* à anse en louche, l'autre est un plat creux. Ces pièces sont dépourvues d'ornements.

Vases en terre. — Ces ustensiles sont de deux catégories : l'une consiste en des gobelets de la grandeur d'un verre à boire, l'autre est représentée par des plats creux. Les premiers sont ornés de mamelons, et les seconds sont entièrement unis *(fig. 32)*.

Perles en pâte de verre. — Ces objets sont assez nombreux, et ne présentent qu'un seul type : ce sont de petites sphères, de la grosseur d'une noisette, faites de pâte de verre jaune et décorées d'yeux bleus *(fig. 33)*.

Boutons et appliques en os. — Deux objets, affectant des formes singulières, paraissent avoir servi l'un comme bouton de lèvre, pareil à ceux de certaines peuplades de l'Afrique centrale, et l'autre comme applique ou bouton destiné à être cousu pour retenir le vêtement.

Tous ces objets, bien qu'arrachés depuis longtemps des tombeaux dans lesquels ils avaient été placés, sont dans un assez bon état de conservation. Leur patine, en partie intacte, est bien celle de la plupart des bronzes mycéniens. Leur composition est, du reste, à peu de chose près, celle des antiquités de cette époque, découvertes soit en Europe, soit au Caucase.

Ossements humains. — Les quelques débris de squelettes recueillis à Cagnano montrent des gens de taille moyenne. Les deux fragments de

crânes que j'ai pu étudier appartiennent l'un à un homme, l'autre à une femme. Ils manquent l'un et l'autre de la partie inférieure de la face, mais la calotte crânienne m'a permis, cependant, de faire quelques constatations que je résumerai ainsi.

Crâne masculin. — Les bosses frontales et les arcades sourcilières sont peu accentuées. Les sutures fronto-pariétales sont assez simples et peu apparentes. L'occipital peu globuleux. Le diamètre antéro-postérieur maximum est de 172 millimètres, et le diamètre transverse maximum est de 141 millimètres. L'indice céphalique est de 81,97.

Le frontal maximum est de 120 millimètres et le frontal minimum de 96 millimètres; l'indice frontal est de 80. Le diamètre biorbitaire externe est de 94 millimètres, et le diamètre bi-orbitaire interne est de 24 millimètres.

Crâne féminin. — Comme dans le précédent les bosses frontales, les bosses pariétales et les arcades sourcilières sont presque nulles. Mais les sutures sont plus compliquées et plus apparentes. Le diamètre antéro-postérieur maximum est de 161 millimètres et le diamètre transversal maximum est de 132 millimètres. L'indice céphalique est de 81,98. L'état de ce crâne encore plus mauvais que l'autre n'a pas permis de le mensurer davantage. Quoiqu'il en soit, on voit qu'ils présentent les mêmes caractères de sous-brachycéphalie.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

De l'inspection des lieux comme de l'étude des objets antiques découverts à Cagnano, on peut conclure qu'il a existé sur ce point une petite nécropole. Celle-ci doit remonter à la période proto-historique qui a reçu le nom d'hallstattienne et de mycénienne. De la comparaison des objets qui y ont été recueillis on peut admettre que la civilisation des gens de Cagnano était analogue à celle qui s'est développée au Caucase, à Koban, à Pantalica en Sicile, puis dans le centre de l'Italie, le Tyrol, la vallée du Danube et l'orient de la Gaule.

A en juger par le nombre de squelettes que l'on doit avoir trouvés sur ce point, ainsi que par l'étude des séries d'objets qui les accompagnaient, il est permis de penser que les tombes devaient être au nombre d'une trentaine. Quant au type de la population le peu de documents que l'on possède ne permettent pas d'émettre une opinion. On doit remarquer enfin que les individus qui ont été inhumés à Cagnano étaient de basse condition, car leurs mobiliers funéraires ne renferment aucun de ces beaux objets, armes ou bijoux, propres aux riches sépultures des nécropoles mycéniennes du continent.

M. Ch. FERTON

LES PREMIERS HABITANTS DE BONIFACIO, LEUR ORIGINE

[572.94 : 45.9]

— Séance du 9 septembre —

La section d'Anthropologie a mis à l'ordre du jour l'étude de l'origine des premiers habitants de la Corse. Mes recherches (1) n'ont porté que sur le territoire de Bonifacio; mais cette petite région est peut-être, au point de vue qui nous occupe, la plus intéressante de la Corse, parce que, située en face de la Sardaigne, elle a pu en recevoir les premiers habitants de l'île.

Je n'ai trouvé, à Bonifacio, aucune trace de l'homme quaternaire, mais j'ai rencontré de nombreux vestiges d'une industrie qui paraît appartenir à la période néolithique (2). Les objets qu'on ramasse le plus souvent sur les campements sont des couteaux, grattoirs, perçoirs, scies, des pointes de flèche à pédoncule et des pointes de lance, des percuteurs et des nucleus, des haches polies. L'homme employait le silex provenant du calcaire du pays ; malgré la rareté de cette roche, il pouvait se la procurer sans fouilles au pied des falaises battues par la mer, où les galets de silex plus résistants que ceux de calcaire sont relativement plus nombreux. Les terrains granitiques, distants de Bonifacio de 4 à 5 kilomètres, fournissaient la serpentine et le quartz dont l'emploi était plus rare.

Dans tous les gisements on rencontre, parfois en abondance, une roche volcanique, l'obsidienne, qui peut fournir un précieux renseignement sur l'origine de l'homme néolithique de Bonifacio. On ne trouve en effet l'obsidienne, dans cette partie du bassin de la Méditerranée, que dans les îles Lipari, et en Sardaigne au Monte Arci et dans l'île de San Antonio; la roche employée à Bonifacio est, d'après M. Bourgeois, identique à celle du Monte Arci. Le commerce de l'obsidienne à cette époque reculée n'est pas un fait isolé dans la région méditerranéenne; cette roche est répandue dans presque tous les campements humains de la Sardaigne, et en Égypte on la voit employée en même temps que le silex dès la plus haute antiquité.

(1) Ch. FERTON. *Sur l'histoire de Bonifacio à l'époque néolithique. Act. de la Soc. linn. de Bordeaux,* t. LIII, 1898, et *Seconde note sur l'histoire de Bonifacio à l'époque néolithique.* Même recueil, t. LIV, 1900.

(2) Tel a été l'avis de M. G. de Mortillet, à qui le commandant Caziot a soumis quelques outils et éclats que je lui avais remis.

Toutefois, il ne semble pas qu'elle ait été importée d'une manière courante dans le reste de la Corse, Les outils ou éclats d'obsidienne se trouvent sur plusieurs des plateaux calcaires qui environnent Bonifacio (1), mais ils sont surtout abondants dans la Citadelle, où ils dépassent en nombre les pièces de silex. On peut en voir la raison dans la proximité du port, qui donnait un abri sûr aux barques des marchands sardes.

Les relations de commerce entretenues à Bonifacio avec les peuplades de la Sardaigne, l'emploi coûteux qu'on y faisait de l'obsidienne, bien que le silex du pays, d'égale valeur, fût connu et utilisé, permettent de supposer que le Bonifacien des temps néolithiques était un immigré venu de la Sardaigne, peut-être originaire de l'Afrique (2).

Ainsi que je viens de le rappeler, l'industrie était celle de l'époque néolithique de l'Europe continentale ; les armes et outils de pierre sont identiques à ceux qu'on trouve sur le continent, et ne leur cèdent en rien pour le fini du travail.

La poterie était connue ; des tessons se trouvent dans tous les campements, soit abandonnés sur le sol, soit mêlés à des éclats de silex et à des coquillages marins amoncelés en petits Kjœkkenmœddings. Cette poterie était grossière et mal cuite ; elle n'était pas vernissée ; la pâte renfermait de petites pierres. Dans quelques gisements, peut-être plus récents, les vases étaient enduits d'une couche d'oxyde de fer, qui leur donnait une teinte rouge ou jaune.

L'homme néolithique de Bonifacio vivait sous les nombreux abris sous roche de la région ; il posséda, peut-être seulement vers la fin de la période, des animaux domestiques : le bœuf, le mouton ou la chèvre ; il n'avait pas de chien. Il se nourrissait de coquillages marins, de la chair des animaux domestiques, et du produit de la chasse et de la pêche. Son gibier favori fut longtemps le *Lagomys corsicanus* Cuv., petit lièvre aujourd'hui disparu, et qui n'était guère plus gros que le rat ; ce petit animal a dû constituer la principale nourriture de l'homme au commencement de l'époque néolithique. Sous le squelette d'une vieille femme ensevelie sous un abri près de l'anse de la Catena, les ossements de *Lagomys*, mêlés à quelques coquillages marins et à de rares tessons de poterie, forment une couche d'environ 5 centimètres d'épaisseur. Les os de *Lagomys* sont également très communs sous les abris situés près du couvent de Saint-Julien.

L'homme ensevelissait les morts dans les abris, et les munissait de

(1) Voici l'énumération de ceux où j'ai recueilli cette roche : Citadelle, Campo Romanello, Saint-Martin, Araguina, Licetto, Monte Leone, Saint-Jean, Sprono, Pertusato et les plateaux qui couronnent au nord le port de Bonifacio ainsi que ceux qui entourent Canalli et le ravin de Canetto.

(2) Il pouvait également être originaire d'Espagne ; en effet, à une époque ultérieure, l'époque phénicienne, la Sardaigne a dû recevoir des colons d'Espagne, ainsi qu'en font foi les inscriptions déchiffrées par le Dr Freiherr von Landau (*Neue phœnicische und iberische Inschriften aus Sardinien, Mitteilungen d. Vorderasiatischen Gesellschaft*, 1900, 3.)

vivres et d'outils ; le cadavre à inhumer était plié dans la position de l'homme accroupi.

Comme sur le continent, on se parait de colliers ou de bracelets de coquilles, et on se teignait le corps.

Mes recherches n'ont donné que deux squelettes de l'époque néolithique, et encore sont-ils incomplets : celui d'un homme écrasé par la chute d'un rocher dans un abri situé sur le vieux chemin de Sartène, et celui d'une vieille femme ensevelie dans un abri sous roche près du sentier de la Catena. Le crâne du premier squelette n'a pu être retrouvé, et le bassin du second, mal conservé, ne permet aucune mensuration. Ce sont néanmoins les seuls ossements humains de cette époque qui soient connus de Corse, et force est de s'en tenir provisoirement à eux pour déterminer les caractères de la race néolithique de l'île. Ces caractères peuvent se résumer ainsi : Crâne allongé (indice 76) et aplati à sa partie postéro-supérieure, rappelant le crâne corse actuel (1), tibias platycnémiques, attaches musculaires puissantes ; la femme seule avait en outre les fémurs incurvés, les tibias obliques en arrière, la poitrine bombée, la mâchoire inférieure fortement attachée. La taille probable de l'homme, $1^{m},65$, était celle des Corses actuels ; celle de la femme était voisine de $1^{m},54$; le bassin de l'homme avait les mêmes proportions que le bassin de l'Européen actuel. La race néolithique corse aurait donc été voisine de celle de l'Europe continentale, et aurait laissé de profondes empreintes sur la population contemporaine de l'île.

Le massif corso-sarde, isolé au milieu de la Méditerranée (2), a pu, dans un temps où les communications par mer étaient difficiles, ne recevoir que tardivement les progrès de l'humanité, et on ne saurait affirmer *a priori* que la période néolithique à Bonifacio n'ait pas été contemporaine d'autres plus récentes sur le continent. Ainsi que je l'ai exposé ailleurs (3), nous avons une raison de croire à la grande antiquité de l'occupation de Bonifacio par la race néolithique, c'est le fait qu'elle y a trouvé le *Lagomys corsicanus* en telle abondance, qu'elle a pu en faire pendant un certain temps, la base de sa nourriture. Ce *Lagomys* a disparu de la région où il était si commun, et il n'en reste aucun souvenir. Les Grecs et les Romains n'en font pas mention, et cependant les derniers ont occupé le pays, où ils avaient fondé, près de l'étang du Sprono, une station dont il existe encore aujourd'hui des vestiges, qui ne permettent aucun doute sur leur origine. L'âge du bronze en Italie et en Provence n'est pas tellement éloigné de l'époque de l'occupation de la Corse par les Grecs et les Romains,

(1) L'indice céphalique moyen des Corses est 75, et beaucoup présentent cet aplatissement postéro-supérieur du crâne.

(2) Je suppose que l'isolement de ce massif remonte au pléistocène ou à l'époque chellénne. (Ch. FERTON, *Description de « l'Osmia Corsica n. sp. » et Observations sur la faune corse. Bulletin de la Soc. entomologique de France*, 1901, n° 4.)

(3) *Loc. citat.*

qu'un animal comestible, qui était aussi abondant, ait disparu entre ces deux périodes, sans même que le souvenir s'en soit conservé. Pour ce motif, je suppose que l'époque néolithique à Bonifacio a été contemporaine de celle de l'Europe continentale.

Il vient d'être trouvé à Cagnano (près du cap Corse) un gisement préhistorique avec squelettes, auquel je n'ai voulu consacrer qu'une courte visite, parce que j'appris, en arrivant sur les lieux, que notre collègue, M. Chantre, avait également annoncé son intention d'en faire l'étude. D'après les renseignements donnés par l'ouvrier qui a extrait, sans ordre, tout ce qui avait été trouvé jusqu'à mon arrivée, cet abri sous roche aurait été un atelier de fondeur de bronze, qui a été enfoui sous un éboulement. Le même abri avait dû servir de sépulture pour des cadavres qu'on ensevelissait après les avoir pliés dans la position de l'homme accroupi. Il ne me semble pas douteux que le Bonifacien néolithique soit bien antérieur au fondeur de bronze de Cagnano. Ce dernier devait venir d'Italie, d'où il avait apporté son industrie (1), et le goût des perles de verre rappelant celles trouvées à Este par Prosdocini. Les quatre crânes de Cagnano que j'ai pu voir étaient déformés ou mal conservés ; trois m'ont paru n'avoir rien de commun avec celui de la femme ensevelie sous l'abri de la Catena : ils étaient plus larges (2), leur front était moins élevé et ils n'avaient pas son aplatissement caractéristique à la partie postéro-supérieure. Le quatrième pourrait avoir des relations avec celui de Bonifacio.

Les Bonifaciens des temps néolithiques furent donc probablement les premiers habitants de la Corse ; ils étaient originaires de la Sardaigne, et peut-être de l'Afrique. Leur race a envahi l'île entière, et s'y est établie si solidement, qu'elle a laissé aux Corses actuels une partie de ses caractères : sa taille, et son crâne allongé et aplati à la partie postéro-supérieure ; les fondeurs de bronze immigrés d'Italie, au crâne large et régulier, se sont fondus dans la masse des premiers occupants.

Mais, par un étrange retour des choses, Bonifacio est aujourd'hui la partie de la Corse qui compte proportionnellement le moins de descendants de ses anciens habitants ; elle est occupée par la race génoise, au crâne large, parente des fondeurs de bronze de Cagnano. De Bonifacio est même partie une poussée en sens inverse de l'invasion des dolichocéphales sardes, lorsque des Bonifaciens allèrent fonder la ville de la Maddalena.

(1) Ses fibules ont une forme nettement italienne.

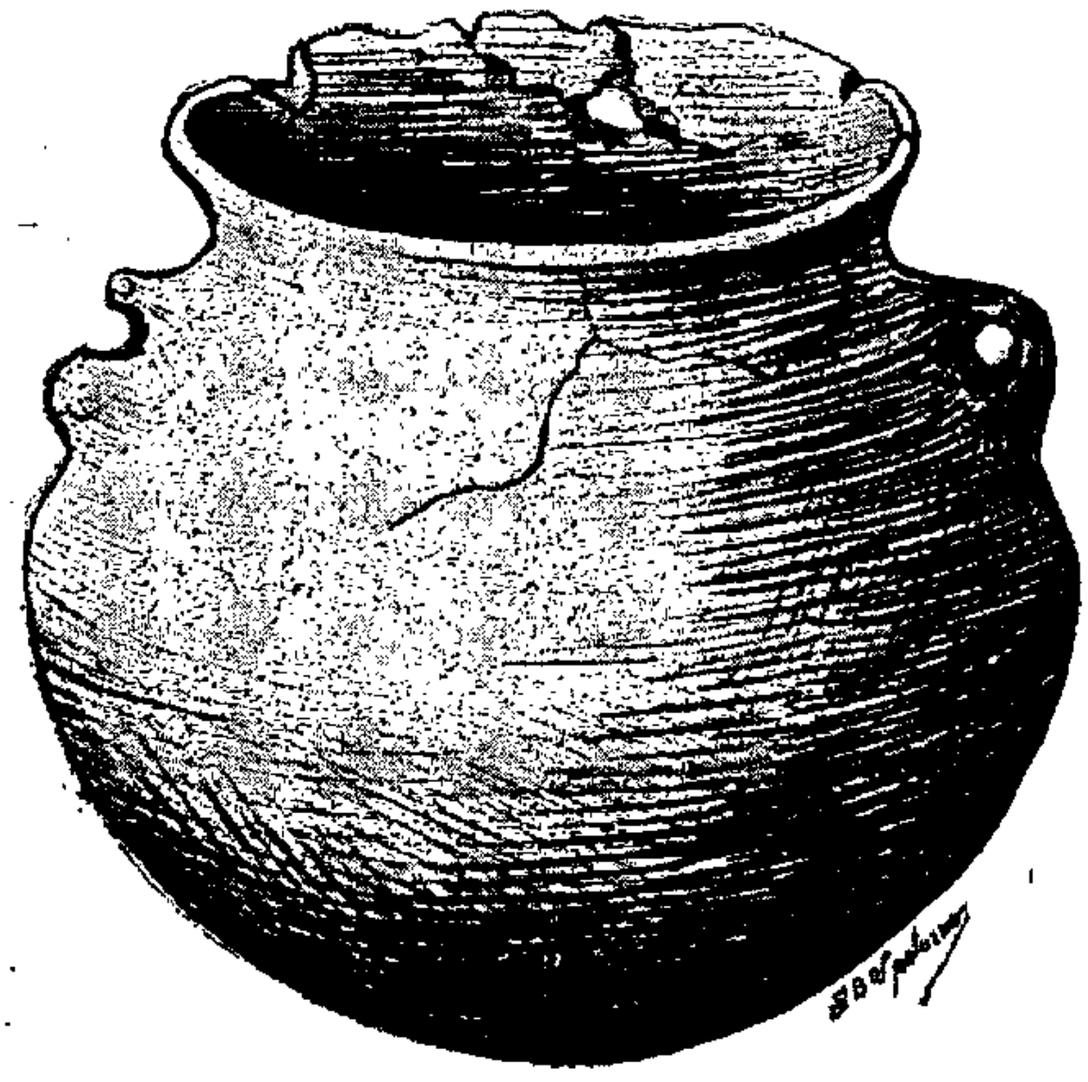
(2) Pour deux d'entre eux les indices céphaliques sont voisins de 80 et 83.

M. Ch. FERTON [1]

POTERIE NÉOLITHIQUE TROUVÉE A BONIFACIO [571.23:45.9]

— Seance du 9 septembre —

J'ai trouvé récemment, à Bonifacio, un vase en terre cuite que je rapporte à l'époque néolithique, et sur lequel je donnerai quelques détails, parce que c'est le seul connu de la Corse. Il provient de foyers écrasés par un quartier de rocher que j'ai signalés (2) près de la route de Bastia, à 2 ou 300 mètres au delà du port. J'ai noté que le rocher qui était tombé sur les foyers avait été recouvert ultérieurement par un talus d'éboulis, vers la base duquel une terre noirâtre contient des vestiges de l'homme. Le vase était dans le sable du talus d'éboulis, entre l'escarpement et la masse rocheuse qui s'était abattue sur les foyers, un peu au-dessous de la terre noirâtre. Il était sens dessus dessous, comme s'il avait été renversé par la chute du rocher; près de lui se trouvaient un petit éclat d'obsidienne, une demi-mâchoire et quelques ossements de chèvre ou de mouton et une coquille d'huître.



Poterie néolithique trouvée à Bonifacio.

Ce vase est d'une pâte relativement fine, mélangée de quelques petits cailloux; il semble avoir été fait au tour et ne porte aucun ornement. Il pouvait être suspendu par deux petites anses insuffisantes pour laisser passer le doigt, mais dans lesquelles pouvait entrer une lanière ou une ficelle; sa base, en forme de calotte sphérique, rendait son équilibre instable quand il était posé sur un corps plat. Sa hauteur totale est d'environ 14 centimètres; le diamètre de son ouverture est de $9^{cm},5$, celui de

(1) Je dois le dessin du vase à l'obligeance de M. Spoturno, receveur de l'Enregistrement à Bonifacio.

(2) *Seconde note sur l'Histoire de Bonifacio à l'époque néolithique. (Actes de la Soc. linn. de Bordeaux,* t. LIV, 1900.)

sa partie la plus large 17 centimètres environ; son épaisseur varie de 3 à 4 millimètres.

Des vases analogues ont été signalés dans les gisements du continent des âges de la pierre polie et du bronze.

M. G.-B.-M. FLAMAND

Chargé de cours à l'École supérieure des Sciénces d'Alger.

SUR L'UTILISATION, COMME INSTRUMENTS NÉOLITHIQUES, DE COQUILLES FOSSILES A TAILLE INTENTIONNELLE (LITTORAL DU NORD-AFRICAIN) [571.29]

— Séance du 10 septembre —

Les échantillons que j'ai l'honneur de soumettre à la section d'Anthropologie ont été recueillis au cours de fouilles exécutées, avec la collaboration de mon collègue M. Abel Brives depuis plusieurs années, dans une excavation formant la terminaison d'une grotte, creusée dans la falaise molassique de Mustapha Supérieur (boulevard Bru) à la maison Famenias. J'ai continué plus tard, seul, l'exploration de cette intéressante station.

On sait qu'antérieurement on avait signalé des grottes à ossements dans le voisinage immédiat. Schopin, puis, plus tard, M. Delage (1) fouillèrent, avec quelque succès, des poches semblables, lors du percement du boulevard Bru; ils y indiquèrent la présence de la *Hyæna spelæa*, de la *Hyæna vulgaris*; des molaires de ruminants (indéterminés par ces auteurs) étaient associées à des dents humaines et à des éclats de silex, — enfin à des ossements et dents, en nombreux exemplaires, de chien, de cheval, de porc-épic, de squale, etc.

L'excavation qui a fait l'objet de cette nouvelle fouille, se montre actuellement sans issue; elle devait constituer l'extrémité d'une grotte s'étendant jusqu'à la déclivité de la falaise molassique avec ouvertures vers le Nord et le Nord-Ouest, suivant la disposition la plus générale des grottes antérieurement fouillées.

Elle se montre beaucoup plus riche que celles-ci, car on peut y signaler, sur un espace restreint de 3 à 4 mètres en surface, sur 10 à 40 centimètres

(1) Aug. Delage. — *Étude géologique du Sahel d'Alger*. Montpellier, 1888.
A. Pomel. — *Stratigraphie générale de l'Algérie*. Alger, 1889-90, p. 197.
— *Monographies-Paléontologie* (Service de la carte géologique d'Algérie), *passim*.

d'épaisseur, les espèces ou genres suivants représentés par des dents ou des ossements :

Dents ou Ossements.

Cheval. — *Equus caballus.*
— *Equus mauritanicus* (1) Pomel.
(De cette dernière espèce, dents en nombre considérable proportionnellement aux dents des autres fossiles.)
Buffle. — *Bubalus antiquus* (Duver) (2).
Bœufs-Taureaux. — *Bos opisthonomus* (3) (Hérodote ?) Pomel.
— *Bos ibericus.*
Cerf. — *Cervus indét.* (4).
Antilopes. — Antilope Dorcas (Gazelle). *Dorcas gazella* (5).
— — — *Dorcas indét.*
— Antilope Nagor. *Nagor Maupasi* Pomel.
— Antilopes Oreas. *Oreas indét.*
Chèvre. — *Ovis promaza* (?) (6).
Mouton. — *Ovis cf. Africana* (?).
Mouflon. — *Ovis traguelaphus.*
Boselaphes. — *Chonnochætes prognu* (?) (7).
— *Boselaphus bubalis* (Antilope bubale).
Chameau. — *Camelus* (?) (8).
Girafe. — *Camelopardalis* (?) *ind.*
Hippopotame. — *Hippopotamus major* (?) (9).
— *Hippopotamus icosiensis.*
Phacochère. — *Phacocherus mauritanicus* (10).
Suilliens. — *Sus barbarus.*
— *Sus scrofa.*
Chacal. — *Canis aureus.*
Chien. — *Canis familiaris.*
Chat. — *Felis catus* (?)
Ours. — *Ursus libycus* (?)
Panthère. — *Felis leopardus.*
Hyène. — *Hyæna spelæa.*
— *Hyæna vulgaris* (11).
Léporidés. — *Lepus timidus* (?)
— *Léporides* (?)
Porc-épic. — *Hystrix cristata.*
Singe. — *Pithecus gesilla* (?) (molaire).
Homme. — Dents.

(1) A. Pomel. — Les Équidés : *Paléontologie-Monographies* (Publication du Service géologique de l'Algérie), 1897.
(2) — Bubalus antiquus. — — 1893.
(3) — Bœufs-Taureaux. — — 1894.
(4) — Caméliens et Cervidés. — — 1893.
(5) — Antilopes Pallas. — — 1895.
(6) — Ovidés. — — 1898.
(7) — Boselaphes Ray. — — 1894.
(8) — Caméliens et Cervidés. — — 1893.
(9) — Les Hippopotames. — — 1896.
(10) — Les Suilliens-Porciens. — — 1897.
(11) — Les Carnassiers. — — 1897.

A ces nombreux restes fossiles sont associés des ossements de Batraciens : *Grenouille*, des dents de *Crocodile*, de très nombreuses coquilles d'*Helix* : *H. Aspera*, *H. Lactæa*, *Bulimus decollatus*, etc.

Le classement de ces matériaux avait été fait en partie par A. Pomel.

C'est, associées à ces ossements et à ces dents, que se trouvent, en nombre considérable (150 exemplaires dans 2 mètres cubes de terre environ), les *coquilles fossiles (Ostrea et Pecten) à taille intentionnelle;* elles se montrent indifféremment vers la surface (sol de l'excavation) ou vers le fond de la partie argilo-calcaire fertile, et sans ordre apparent de stratification.

Elles comprennent :

Ostrea foliacea (Brocchi) *(O. lamellosa)*.
Ostrea edulis (Linné).
Ostrea cochlear (Poli).
Pecten opercularis (Linné).
Pecten Jacobeus (Linné).
Pecten scabrellus (Lamk.).
Pecten Pes-felis (Linné).
Pecten maximus (?)

Elles appartiennent aux couches pliocènes (Astien, *molasse à Lithothamnium*), qui forment un cirque de falaises de 80 mètres de puissance au sud et à l'est d'Alger; ces fossiles sont très abondants dans ces couches, et particulièrement au Bois de Boulogne, sur le chemin de Birmandréis, au boulevard Bru, ainsi que tout auprès d'Alger, à Mustapha Supérieur (parc Gattlif, propriété Ali Chérif).

Il est à remarquer, d'une part, combien sont nombreux les exemplaires de ces coquilles calcaires fossiles, dans les falaises pliocènes voisines, et en général dans la molasse, et combien, d'autre part, sont rares, au contraire, aux environs d'Alger, les stations : grottes, abris, ateliers, etc., où l'on ait signalé des *silex* taillés (Pointe Pescade et Grand Rocher de Guyotville); de plus, dans les stations où il s'en trouve, ils sont peu abondants. Il n'y a, dans les régions d'Alger même, du Sahel, de la Bouzaréah et des parties septentrionale et orientale de la plaine de la Mitidja, aucun gisement de silex, de calcédoine, d'onyx, etc. Seul, le **quartz gras**, lenticulaire ou en filon, abonde dans le massif de Bouzaréah et ses contreforts, à Alger même, au Telemly, — et, cependant il ne semble pas avoir été utilisé par les hommes de l'époque pléistocène récente ou, en tous cas, bien peu, et cela sans travail intentionnel accusé (1).

Les échantillons nombreux de cette collection de *coquilles fossiles à taille*

(1) Dans le sud-ouest de la plaine de la Mitidja (Bourkika, Ameur el Aïn, El Affroun), et au delà, vers Zurich, existent, inclus dans des massifs importants de roches éruptives tertiaires présentant des filons et amas de minéraux siliceux : *jaspes, calcédoines, silex calcédonieux, onyx, quartz,* etc., qui ne

intentionnelle se montrent sous des formes connues, d'armes et d'outils préhistoriques, répondant à des applications diverses; leurs dimensions sont variables de 12 à 3 centimètres. Les valves d'Huîtres *Ostrea foliacea (lamellosa)* et d'*Ostrea edulis* sont de beaucoup les plus communes; elles constituent la majorité des pièces recueillies.

Au contraire des premières, les coquilles de *Pecten* y sont relativement rares. Ces dernières paraissent même n'avoir été taillées qu'accidentellement, et utilisées sans retouches, comme le sont quelques fragments d'os qui y sont associés.

C'est le plus généralement les *petites valves* des Huîtres qui sont utilisées; leurs dimensions, leur forme sub-plane, assez épaisse, résistante, à lamelles bien soudées entre elles, les prédestinaient au travail de la taille et des retouches.

Simplement fendues dans la partie médiane, longitudinalement, elles constituent déjà presque naturellement des sortes de *coups de poing*.

Néanmoins, les *grandes valves*, quoique sub-globuleuses, épaisses et plus irrégulières que les précédentes, se rencontrent aussi taillées et portant des retouches; elles sont en général subdivisées par une ou plusieurs cassures transversales, à l'opposé de ce que l'on observe pour les petites valves.

Lorsque les grandes valves pouvaient être bien dégagées de leur gangue, bien affouillées, leur forme de cuilleron les faisait employer telles quelles; j'en ai trouvé plusieurs exemplaires au milieu de la terre à ossements.

On doit, dans tout cet ensemble de *coquilles taillées*, considérer, d'une part, une série d'armes et d'outils définis, de forme constante, correspondant à des galbes communs aux ateliers de silex taillés; d'autre part, y observer partant des *valves* (grande et petite) *entières*, une suite d'ébauches, d'essais, de termes de passage pouvant exister entre elles et les divers types à formes fixées.

La dureté moyenne de ces coquilles (échelle de Mohs) est supérieure au terme III. La disposition alternativement fibreuse et imbriquée de leur test les rend utilisables comme matériaux d'instruments rudimentaires.

On peut grouper ces objets dans les formes générales suivantes :

1° **Coup de poing** (mi-valve à cassure longitudinale et à retouches);
2° **Pointe de lance** (?) ou javeline (?) Mi-valve retouchée vers la pointe et latéralement;

paraissent pas avoir été transportés et utilisés par les peuplades primitives (néolithiques) aux environs d'Alger.

En effet, très caractéristiques comme *facies*, ces minéraux siliceux n'ont point été, jusqu'à ce jour, signalés, dans les stations préhistoriques du littoral algérois et du Sahel.

Personnellement, dans l'examen des pièces de nos collections appartenant aux stations ci-indiquées. je n'ai pu déterminer aucun objet comme provenant de ces gisements éruptifs. Les *silex, quartzites* et *grés quartziteux* taillés des environs d'Alger proviennent de roches siliceuses des assises secondaires de l'Atlas, soit directement, soit comme éléments repris dans les formations tertiaires (poudingues et cailloutis) ou, mieux encore, des cailloutis pléistocènes anciens et récents des dépôts des oueds.

3° **Grattoirs.** Mi-valve ou quart de valve à cassure longitudinale, à un seul bord aminci par retouches ;

4° **Râcloirs** :

1° Mi-valve ou quart de valve à cassure longitudinale ;

2° A forme *trapézienne* à cassure transversale avec retouches sur un bord ;

5° **Ciseaux** (?). Provenant de petites valves ;

6° **Poinçons grossiers** de dimensions diverses ;

7° **Pointes de flèche aiguës** (fragments de petites et grandes valves) à base non retouchée ;

8° **Pointes de flèche aiguës** avec retouches permettant une emmanchure latérale ;

9° **Pointes de flèche triangulaires** (petite valve).

Les deux derniers types rappelant certaines tailles du néolithique de l'oued R'irh, de la Chebkha du Tadmaït, Ouargla, oued Mya (Haci Inifel).

Quelques-unes, parmi ces pièces, présentent vers la base une ou deux encoches ou *voulues* ou parfois accidentelles, leur donnant une forme *pédonculée*. Cette disposition a dû certainement être utilisée pour faciliter leur emmanchement.

Il n'a été observé sur aucune de ces coquilles de perforations permettant d'en considérer au moins quelques-unes comme des objets d'ornement.

Je ne veux pas actuellement entrer dans le détail d'une classification méthodique de ces divers instruments ; je désire seulement insister sur leur *caractère indéniable de taille* INTENTIONNELLE. Les FORMES *typiques* OBSERVÉES, leur RÉPÉTITION, leur FRÉQUENCE, les RETOUCHES habiles, amenant, par exemple, une coquille aussi difficile à travailler qu'une coquille d'Huître à affecter la forme géométrique, quasi-triangulaire d'une flèche *(Pl. VI, fig. 12)*, démontrent, sans doute possible, l'effet de l'ACTION RAISONNÉE de L'HOMME.

Leur association avec les dents et ossements fossiles dont la liste est ci-dessus indique que cette grotte (ossements et *coquilles taillées)* est contemporaine des grottes du *Grand Rocher* près de Guyotville, de celle de la *Pointe Pescade*, de la Madrague (près Guyotville), des *poches fossilifères* du ravin de la Femme-Sauvage et de Birmandréis, de l'*abri sous roche* de Fort-de-l'Eau, etc., à ELEPHAS AFRICANUS (environs d'Alger), et synchrône aussi des dépôts alluvionnaires pléistocènes à *Bubalus antiquus* des Hauts Plateaux. Elle correspond donc à la *dernière phase du pléistocène récent* (néolithique).

Je tiens à faire remarquer combien la faune associée à ces coquilles fossiles à taille intentionnelle, énumérée ci-dessus, se rapproche (l'Éléphant

(1) Voir ANTE. Association Française. Congrès d'Ajaccio, 1re partie, p. 158. 1901.

(2) A. POMEL. — *Description stratigraphique générale de l'Algérie*, p. 196, 1890.

excepté) de celle figurée sur les PIERRES ÉCRITES des Steppes et du Sahara qui ont fait l'objet de communications antérieures à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, et, dont j'ai eu l'honneur d'entretenir la section d'Anthropologie lors du précédent Congrès (1).

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI.

FIG. 1. — **Coup de poing** *(Ostrea foliacea)*, petite valve, cassure longitudinale, retouches.

— 2. — **Coup de poing** *(Ost. foliacea)*, mi-petite valve, cassure longitudinale, retouches.

— 3. — **Coup de poing** *(Ost. foliacea)*, partie de petite valve, cassure transversale, retouches.

— 4. — **Javeline pédonculée** (?) *(Ost. foliacea)*, mi-petite valve, cassure longitudinale, retouches.

— 5. — **Coup de poing** *(Ost. foliacea)*, mi-petite valve, retouches médianes.

— 6. — **Pointe de flèche** *(Ost. foliacea)*, fragment de petite valve.

— 7. — **Ciseau** (?) *(Ost. foliacea)*, fragment de petite valve, retouches latérales et terminales.

— 8. — **Pointe** *(Pecten Jacobeus)*, fragment de petite valve, sans retouches.

— 9. — **Poinçon grossier** *(Ost. foliacea)*, mi-petite valve, cassure transversale, sans retouches.

— 10. — **Pointe de flèche aiguë** *(Ost. foliacea)*, fragment de petite valve, cassures transversales, à peine retouchée.

— 11. — **Grattoir** *(Ost. foliacea)*, fragment de petite valve, cassures longitudinale et transversale, nombreuses retouches.

— 12. — **Pointe de flèche triangulaire** *(Ost. foliacea)*, fragment de petite valve, cassures longitudinale et transversale, très nombreuses retouches.

— 13. — **Pointe de flèche** (grande taille) ou **Poinçon** *(Ost. foliacea)*, fragment de petite valve, cassure transversale, retouches.

— 14. — **Grattoir** (taille moyenne) *(Ost. foliacea)*, fragment de petite valve, cassures transversale et longitudinale, retouches.

— 15. — **Ciseau** (petite taille) *(Ost. foliacea)*, fragment de petite valve, cassures transversale et longitudinale, retouches nombreuses.

— 16. — **Grattoir** (forme trapézienne) *(Ost. foliacea)*, fragment de grande valve, cassures transversales, retouches nombreuses.

— 17. — **Coup de poing** (?) (petite taille) ou **Pointe** (?) (ébauche) *(Ost. foliacea)*, fragment de petite valve à cassures transversales et retouches latérales.

— 18. — **Pointe de javelot ou de lance** (?) (ébauche), fragment de petite valve, cassures longitudinales et retouches nombreuses, latérales et terminales.

Toutes les figures 2/3 grandeur naturelle.

(1) G.-B.-M. FLAMAND. — Notes sur les stations de *Pierres ecrites* (Hadjrat Mektoubat), gravures et inscriptions rupestres du Sud-Oranais et du Sahara. *C. R. Acad. Inscript. et Belles-Lettres.* Fév. 1892, mars 1897, juillet 1899. — Anthropologie : mars 1892, mai 1897.

— Sur les outils et objets préhistoriques et leur figuration sur les *Pierres écrites*. Association Française. Congrès de Paris, 1900, p. 210 et suivantes.

— *Les Pierres écrites* (Hadjrat Mektoubat). *Bull. Soc. Anthr. Lyon.* Juin 1901 (voir Bibliographie, p. 1-6, *passim*).

M. A. DEBRUGE

à Aumale (Algérie).

RECHERCHES SUR LE PRÉHISTORIQUE DES ENVIRONS D'AUMALE (ALGÉRIE)

[571.25:65]

— Séance du 10 septembre —

A la session de Paris, en 1900, nous avons présenté à la section d'Anthropologie une première note sur les stations préhistoriques découvertes par nous dans les environs d'Aumale (Algérie). Nous nous proposons aujourd'hui, dans le but de mieux faire connaître l'âge de pierre dans la zone des plateaux de l'Atlas, comprise entre le Djurd-Djura et le Djurd-Dirah, de soumettre à la 11e section une série de planches, contenant des séries des spécimens les plus divers que nous avons pu recueillir depuis près de quatre ans que nous sommes à Aumale.

On pourra ainsi reconnaître combien peu sont avancées les recherches préhistoriques dans la province d'Alger, parce qu'on se désintéresse de ce genre d'études et que les recherches de ce genre sont pour ainsi dire inconnues. Et cependant les stations préhistoriques sont nombreuses, mais parfois difficiles à mettre au jour.

Il est plus difficile qu'on ne pense de se livrer aux recherches sur le Préhistorique dans cette partie de l'Algérie.

D'abord l'élément indigène est généralement réfractaire à toute étude sur le passé. Il regarde sa race comme celle d'où sortent toutes les autres; il ne faut donc pas lui parler de pratiquer des fouilles dans un terrain lui appartenant. On est certain de se heurter aux plus grandes difficultés. Ne connaïssant malheureusement pas la langue arabe, il est toujours fort ennuyeux de ne pouvoir converser, directement et sans interprète, avec des individus ayant sans cesse des arrière-pensées. Très méfiants, que de questions ne posent-ils pas, s'ils vous trouvent à proximité de leur gourbi! Aussi, ils passent bien vite de la spectative à l'interrogative, et, comme notre talent persuasif est assez médiocre, pour causer avec eux, il ne nous reste souvent qu'une ressource, offrir quelques cigarettes (ils fument presque tous) et déguerpir sans avoir pu rien faire d'utile.

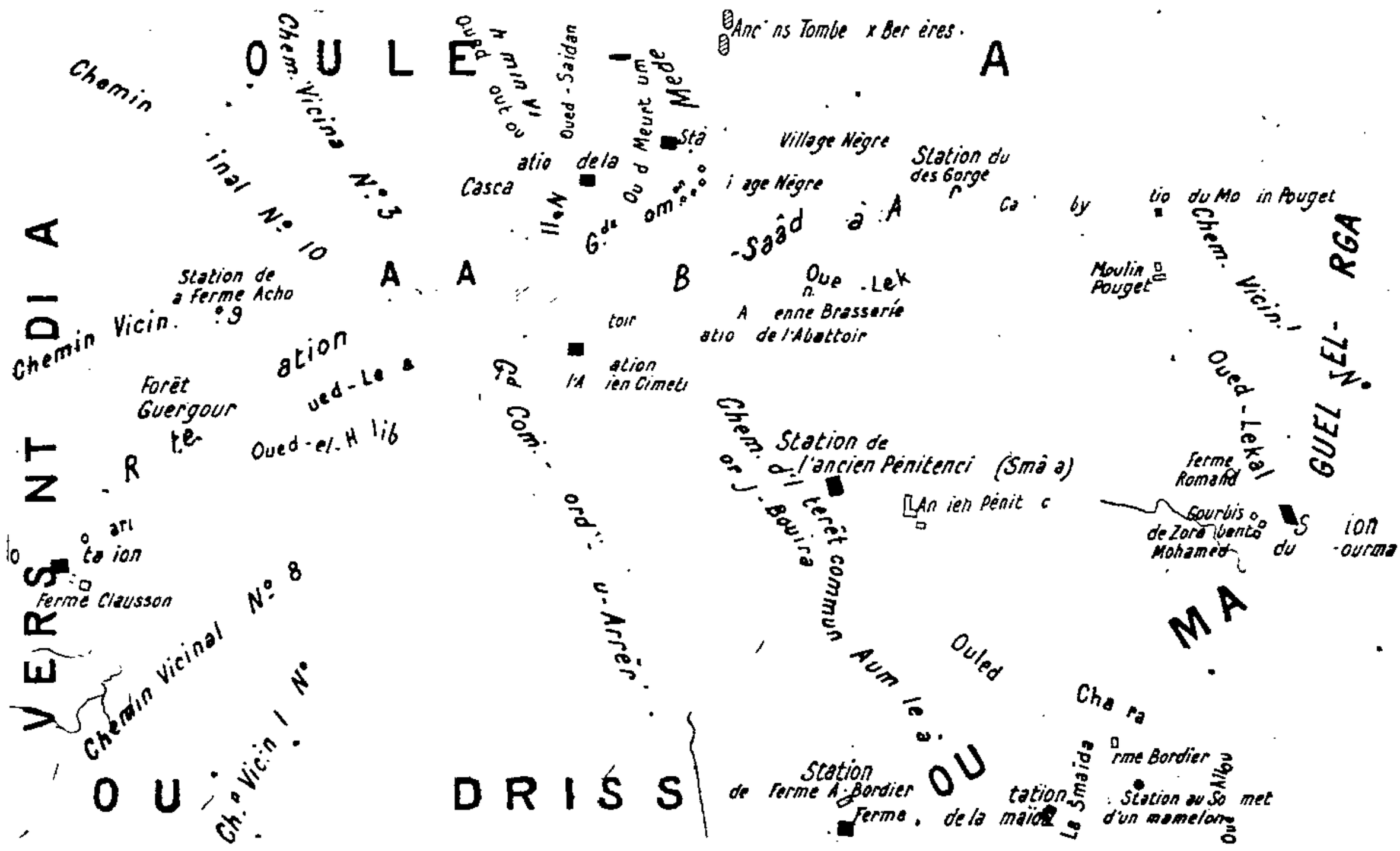
D'autre part, la conformation du sol, des plus accidentée, ainsi qu'on en peut juger par la désignation arabe d'Aumale, *Ksour gozlane*, *rempart des gazelles*, puis la température, le vent, les grandes pluies, la végétation

extraordinaire, toutes causes, enfin, qui sont autant d'obstacles à l'exécution de sérieuses recherches.

Nous sommes cependant parvenu à relever une dizaine de stations dans ce chaos de torrents et de montagnes, durant les quatre années de notre séjour à Aumale, mais quelle différence entre les stations algériennes comparées à nos stations de France ! A peine ont-elles comme superficie une dizaine de mètres carrés, tout au plus l'emplacement de quelques tentes.

Ces stations se trouvent généralement à la jonction de deux oued, parfois aussi assez loin des cours d'eaux, adossées à une montagne, comme le sont encore les agglomérations de nos jours.

Les sources peuvent servir d'indication mais souvent insuffisantes, pour permettre des recherches, bien qu'elles sourdent un peu à l'aventure, et qu'en raison de la quantité d'eau tombée, elles forment des torrents passagers, taris pendant l'été. La pente des plateaux successifs est assez rapide, si on considère qu'Aumale, à vol d'oiseau, n'est guère qu'à une centaine de kilomètres de la mer et se trouve à une altitude de 885 mètres.



Réduction du plan communal.

Le torrent principal passant près d'Aumale a déjà reçu pas mal d'affluents lorsqu'il prend le nom d'Oued Lekal qu'il conservera ensuite jusque près de Bouïra. Il descend des hauteurs du Dirah. Maintes fois nous avons essayé de remonter quelques-uns de ces ouadi, pour découvrir leurs sources, espérant rencontrer quelque station. Souvent l'eau se perd dans le

sol pour reparaître plus loin, et elle semble sortir du lit épais, schisteux, déposé par les courants. En continuant toujours, on arrive dans des gorges inaccessibles, et la montagne se dresse infranchissable. Là, où elle pourrait recéler des traces des antiques stations humaines, croît une végétation abondante de diss et d'alfa, ne permettant aucune recherche superficielle facile. Presque toutes les stations que nous avons pu déterminer se trouvent le long de l'Oued Lekal, torrent ne tarissant que dans les étés d'une sécheresse tout à fait exceptionnelle.

Le silex n'existe pas, à notre connaissance, dans les environs d'Aumale, à l'état de filons; tout au plus y rencontre-t-on un mauvais conglomérat qui ne peut, en aucune façon, être utilisé. Le seul silex qu'on trouve, c'est le rognon, et encore, en très petite quantité.

A 35 kilomètres, en allant sur le Sud, vers Bou-Sâada, dans l'annexe de Sidi-Aissa, ces rognons sont nombreux; plus loin, à Ain-el-Adjel, ils sont encore en plus grande quantité. Dans toutes les relations avec le Sud, nous avons pu recueillir la conviction que le silex existe un peu partout à l'état *rogneux*, d'où, sans doute, l'absence totale des objets volumineux façonnés par l'homme.

Le silex employé présente toutes les colorations, depuis celui qui ressemble à la calcédoine, jusqu'au silex noir presque aussi beau que l'obsidienne. Mais ce qui fait surtout l'admiration, c'est la petitesse d'un très grand nombre d'objets qui, tout en conservant leur ressemblance comme forme et taille avec les similaires d'Europe, constituent, pour ainsi dire, la bijouterie de l'époque préhistorique, tant ils sont incomparables par le travail et la finesse des retouches. Quelle habileté et quelle patience ont eu ces indigènes pour arriver à confectionner des pièces semblables!

Quant aux objets trouvés, ce sont des nuclei, en tout semblables à ceux d'une station préhistorique quelconque et avec eux de très nombreux éclats, sans valeur, ayant ou non reçu des retouches, puis dédaignés ou délaissés; avec cela des pièces qui étaient des outils à retoucher les pièces.

Il y a des grattoirs ordinaires et aussi ce qu'on est convenu de désigner sous le nom de « grattoirs de bois », des lames en grand nombre et dimensions diverses; des burins admirablement taillés, de petites dimensions, ayant parfois une grande analogie avec les perçoirs, retouchés des deux côtés et dont la pointe est généralement très fragile. Certains de ces burins ont une forme en croissant et sont très communs dans le sud-algérien et le Sahara puisqu'on les retrouve à El-Goléah, Hassi-Inifel, Ouargla. Par leurs caractères, ils rappellent les pièces de ce qu'on a appelé le « Tardenoisien ». leur forme en croissant permet de se demander s'il n'y a pas là un vestige de croyance se rapportant au culte de la lune, autrefois répandu parmi les populations du Nord algérien.

Certains des burins sont à l'autre bout taillés pour servir de perçoirs.

Dans les stations nous avons recueilli des pointes de flèches de petites dimensions, une ébauche de pointe de javelot, des coquillages perforés, arrondis, des perles et des fragments de coquille d'œuf d'autruche recouverts d'un pointillé particulier et régulier fait par la main de l'homme.

Par contre, il n'a pas été rencontré en même temps dans les stations des fragments d'os ou de roches schisteuses propres à être gravés.

Il y a en Algérie de nombreuses grottes ayant servi d'habitation à l'homme à l'époque de la pierre. M. Robert, administrateur dans la province de Constantine, très versé dans l'archéologie berbère et romaine, découvrit en 1900 la grotte de « Bouzabaouine » près de Bordj-bou-Arrèridj, et il recueillit dans ses fouilles une importante série de pierres taillées et polies, principalement des calcaires ainsi que des ossements et des bois travaillés à l'usage de l'homme.

La Société archéologique de Constantine, dont il est membre correspondant, a pu s'enrichir de nombreux et curieux spécimens dus à sa générosité.

Parmi les pièces qu'il nous a offertes, il faut signaler une incisive de porc-épic et un fragment de carapace de tortue de Mauritanie, perforée pour servir de pendeloque amulette.

Nous avons pu reconnaître une grotte en partie comblée, à une dizaine de kilomètres d'Aumale, sur l'ancienne route de Bouïra, dans la tribu des Béni-Amar, commune mixte d'Aïn-Bessem. L'ouverture située au sommet d'une haute montagne, au pied de laquelle coule un torrent, peut avoir $2^{m},50$ de largeur sur autant de hauteur. La profondeur, environ 3 mètres, ne donne qu'une faible idée de l'importance de la grotte, car les terres, cendres, débris divers accumulés à l'entrée, font supposer qu'elle avait autrefois une toute autre étendue.

Des fissures noircies, des crevasses obstruées, un sol épais et cendreux dans lequel nous avons pu recueillir presque à la surface deux silex et trois fragments d'œufs d'autruche. Malgré notre vif désir d'y pratiquer une fouille, il nous a fallu y renoncer jusqu'à présent. Le propriétaire, un Arabe, céderait sans doute dans de bonnes conditions le terrain, et ce serait le seul moyen d'y faire des fouilles. Véritable poste d'observation, les indigènes ont fait de cet endroit un lieu de réunions rèligieuses, un « marabout » ayant ses offrandes, ses ex-voto, avec cette particularité que le mort vénéré, ne se trouve pas enterré là.

Station du Kef-Ourmane

Traduction française *talus de cendre*. A une dizaine de kilomètres d'Aumale, le long de l'Oued-Lekal, presque dans l'angle de jonction avec un torrent adjacent, existe une station importante. A la surface nous avons

pu recueillir de nombreux silex, mais nous avons la conviction que cet endroit a pu servir aussi de lieu de sépulture. Le long de l'affluent de l'Oued-Lekal, le talus est très escarpé et des éboulis se produisent au moment des fortes pluies. Notre attention a été tout particulièrement attirée par des juxtapositions de pierres sèches qui apparaissent de place en place. Des renards ou des chacals, trouvant un sol très friable, presque exclusivement composé de cendre, ont pu facilement s'y creuser des terriers profonds. Dans les rejets au bord de ces terriers, nous avons recueilli des silex, un coquillage perforé, et quelques fragments d'os polis. Il y avait là une fouille intéressante à faire. La propriétaire indigène s'y est jusqu'à ce jour refusée.

On la déciderait peut-être en lui proposant une légère indemnité. Elle n'a jamais voulu accorder la permission de procéder à des fouilles que ses coreligionnaires voulaient faire en vue de découvrir un trésor, mais elle se souvient parfaitement avoir vu des crânes et des os longs, mis à jour par les éboulements.

Connaissant le caractère fanatique et superstitieux des Arabes, nous avons pu convaincre la propriétaire qu'il n'y avait pas là de trésor, mais seulement quelques sépultures païennes bien antérieures à l'arrivée des musulmans.

La *Station du Pont-des-Gorges* est à 7 kilomètres d'Aumale, sur la route d'Alger, le long de l'Oued Lekal, derrière la maison Gobby. Les fouilles pratiquées dans cette station nous ont donné de jolis et assez nombreux spécimens.

Une fouille partielle a été faite, car nous supposions y rencontrer des foyers. Nous avons ouvert en plein sommet de la station une tranchée de 1 mètre de large et 3 mètres de long environ ; ayant creusé jusqu'à $1^{m},20$ de profondeur nous avons rencontré le sol naturel. La terre est noirâtre et nous n'y avons trouvé que quelques rares silex, des grès rougis et comme calcinés, mais aucun ossement ou déchets de cuisine.

Notre conviction est que la partie principale de cette station qui pouvait recéler des choses intéressantes a été emportée lorsqu'on a construit le chemin de grande communication passant à quelques mètres en contre-bas.

Station de la ferme A. Bordier.

A 8 kilomètres d'Aumale, à droite de l'ancienne route de Bouïra, sur un mamelon qui domine la nouvelle ferme construite par M. A. Bordier, et à peu près en regard de la station de la Smaïda, nous avons découvert une autre station, au voisinage de laquelle il n'existe aucun torrent.

A quelques centaines de mètres, se trouve une source captée pour les besoins de la ferme.

Une fouille a été pratiquée également en ces lieux. Une tranchée de 1 mètre de large sur 3 mètres de longueur a été ouverte jusqu'au sol naturel que nous avons rencontré à une moyenne d'environ 60 centimètres de profondeur. Le sol est très cendreux avec quelques charbons, sans aucun ossement, mais, par contre, une grande quantité de ces petits escargots blancs, comestibles, en Algérie, ainsi que deux autres variétés, mais plus gros (spécimens joints).

Il a dû être fait une grande consommation de ces coquillages, car la terre tassée et très dure sur toute la surface de la station n'est pour ainsi dire qu'un composé de cendre et de ces escargots pulvérisés. Les silex se trouvent dans ce conglomérat, mais en raison de sa dureté il n'est pas facile de les détacher.

Pour terminer, nous communiquons également une hache polie en diorite trouvée dans un jardin de la ferme Poulot lieu dit Moudjana dans un endroit où nous n'avons pu reconnaître aucune station à proximité, deux autres fragments de hache, en quartzite, trouvés aux abords d'autres stations ; ce sont les seuls spécimens que nous ayons rencontrés au cours de nos recherches dans la région d'Aumale.

Prince Paul Arsenievitch POUTIATIN

à Bologoë (Russie)

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU TATOUAGE [86]

— Séance du 11 septembre —

Les mutilations ethniques sont en usage depuis l'antiquité, aussi bien en Afrique et en Asie que chez les populations distribuées, sur les rivages européens de la Méditerranée, de la mer Noire et de la mer Caspienne. Selon Hérodote, les Scythes, à la mort de leur roi, manifestaient leur deuil en se faisant des blessures sur différentes régions du corps, principalement des incisions aux oreilles. Les Amazones se mutilaient les seins ; les Scythes avaient recours aux brûlures sur le corps pour retirer l'eau des malades atteints d'hydropisie, maladie presque générale provoquée par le mauvais climat des bords de la mer Noire, qui s'est organisée là après la fonte des glaciers. Ces brûlures, en retirant l'eau permettaient aux Scythes de manier

bien leur arc et de gouverner leurs chevaux fougueux (Hippocrate). La trépanation et la déformation des crânes au Caucase et en Crimée, par les Thavroscythes, sont aussi bien connues par les auteurs anciens.

Lucien dit qu'on se faisait un plaisir de faire des piqûres sur les mains et le corps; c'est pourquoi les Assyriens portèrent des stigmates. Tacite parle de la couleur noire que les Ariens mettaient sur leur peau pour avoir un aspect féroce.

César dit la même chose des Bretons, appelés Pictes (pictura), de ce qu'ils se peignaient. Moïse, dit-on, défendit aux Juifs cette coutume, et plus tard, Mahomet aux Arabes qui, avant lui, se tatouaient le corps et le visage, taillaient en pointe les dents incisives et pratiquaient des mutilations génitales, ainsi que le font encore actuellement les « Skoptsy » en Russie (1). Les Scythes, en signe d'amitié, s'ouvraient les veines pour boire réciproquement leur sang.

Toutes ces mutilations ethniques, depuis abandonnées, ont subi des transformations successives et, avec le temps, il n'en reste qu'une transformation sous l'aspect du tatouage.

Le tatouage, chez les tribus néolithiques de la Russie, d'après les instruments qui servaient à le produire, était probablement mixte. On l'obtenait, il semble, par trois méthodes : on produisait *a*) la scarification avec des instruments à dents en forme de scie ; *b*) les piqûres avec des pointes en os et en silex ; *c*) les incisions avec les couteaux de silex.

Par le fait d'une évolution particulière, s'opérant par degrés successifs, le tatouage s'est transformé en de simples opérations cosmétiques: application de peintures et de fards, arrangement des cheveux avec le rasoir et les ciseaux, coupe des ongles, port de boucles d'oreilles, etc. Toutes ces pratiques devraient être vérifiées et bien définies, selon leurs transformations graduelles.

Delisle, à l'article : *Mutilations ethniques*, du Dictionnaire des sciences anthropologiques dit : « On désigne sous ce nom tout ce qui vient modifier une partie quelconque du corps humain, quelle que soit la nature de la mutilation, les idées sociologiques ou religieuses, les habitudes ou la mode, l'idée de vanité ou les aberrations des sens, l'exemple, le sentiment défiguré du beau sont autant de causes qu'il faut invoquer pour expliquer de telles pratiques ». Toutes ces indications trouvent leur explication dans les différentes coutumes des peuples actuels, mais on cherche encore leur origine et il serait intéressant de savoir quelle en fut la première cause. Autant de questions devant intéresser les ethnographes, plus qu'elles ne les occupent maintenant.

La peinture corporelle, si usitée par les tribus africaines, était-elle un sou-

(1) *Les tatouages*, par le docteur Lacassagne, Paris, 1881.

venir des guerres, et comme une représentation figurative de blessures honorifiques reçues au cours des luttes, ou servait-elle de préservation contre les intempéries du climat, les piqûres des animaux ou comme procédé tentant à faire disparaître les villosités qu'ailleurs on enlève avec le rasoir? Le tatouage vient-il du Nord ou du Sud de l'Europe? Et jusqu'où s'étendait-il? A mon avis, il faut l'attribuer aux peuples des pays chauds, à la race dite méditerranéenne, chez laquelle on le retrouve jusqu'à présent. Aussi je crois que l'idée de force et de prééminence masculine ont réglé l'usage des mutilations ethniques, incisions et peintures du corps, sur lesquelles le tatouage constitue un progrès visible. La coutume de déposer auprès des morts des matières colorantes (fouilles de M. Émile Rivière à Menton; grottes de Cro-Magnon par MM. Capitan, de Mortillet, Salmon, d'Aa etc.; fouilles de M. Voisinsky en Hongrie etc.; fouilles de Russie: Crimée, Caucase, gouvernement Taurique, Kiew, Ekaterinoslaw, etc., par le comte Bobrinsky, Weselonsky, Brandenbourg, montre que depuis les bords de la Méditerranée, elle s'est étendue aux populations des bords de la mer Noire et de la mer Caspienne, remontant de là assez haut vers le Nord en Russie et le Sud de l'Allemagne (Reichengraber).

En analysant les rites funéraires du Nord, nous ne la rencontrons plus, peut-être a-t-elle persisté sous forme de tatouages sous-épidermiques en Sibérie. Dans les stations préhistoriques de Russie, notamment à Wolossovo (fouilles du comte Ouvarow, Roudriavtscoff, etc.) ainsi que dans mes propres fouilles à Bologoë et dans celles de Spitzine, on trouve non seulement des matières colorantes brutes, mais dans un état amélioré, et une masse de petites pointes de silex, très fragiles, pouvant servir à faire le tatouage par piqûres.

Le tatouage sous-épidermique des peuples du Nord, Groënlandais, Tchouktchis, Esquimaux, se retrouve même en Italie, c'est probablement une évolution qui n'a pas, à ce qu'il paraît, seulement pour cause la recherche de meilleures ornementations, mais aussi la rigueur du climat, qui devenait de plus en plus dur pendant la période glaciaire. Pour obtenir les tatouages par piqûres, on s'est servi d'arêtes de poissons, d'épines de végétaux, de fragments d'os, de pointes en silex, puis on enduisait la région ainsi piquetée avec différentes couleurs : rouge, noir, blanc et brun. Le Congrès d'Ajaccio pourrait rechercher ce qui concerne cette question spécialement pour la Corse.

Les petites pointes en silex très fragiles et d'autres lames plus grandes en silex, décrites par le baron Ferdinand Treiherrn von Andrian, président de la Société d'anthropologie de Vienne, dans son travail *Prähistorische Studien aus Sicilien*, Berlin, 1878, sont comparables à celles trouvées en Russie, en particulier par moi-même à Bologoë, en Crimée par Merejkowsky, à Kiew par Kibaltschitsk, etc.; en Belgique par Pierfont et en

France. Tout cela prouve que l'influence des peuples méditerranéens a été très grande pour le développement des tatouages des races blanches d'Afrique, les Lybiens, par exemple, qui sont tatoués, ainsi qu'on peut en juger d'après la figuration picturale des quatre races humaines représentées sur les monuments égyptiens.

Les tatouages représentaient probablement des dessins géométriques semblables à ceux trouvés par Piette sur les galets coloriés paléolithiques. Les poteries néolithiques ont des ornements semblables. Chez nous, à Volossowo, Collomzi, Soubni, près Kiew (Skarjensky), Bologoë, etc., l'ornementation géométrique des poteries est la même. Non seulement le froid, mais d'autres causes, faisaient préférer l'emploi des instruments en os pour faire les tatouages.

Au Musée de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg, on voit les instruments en os employés pour le tatouage aux îles Carolines. Il nous paraît utile d'insister sur les trouvailles faites dans certaines fouilles de silex rappelant les petits triangles à un bord avec dentelure presque identique aux scies, faites de silex, triangulaires à dents plus grandes. Je termine ce travail par les conclusions qui suivent :

1° Le tatouage « sous-épidermique » produit par l'emploi de la couture au fil sur le visage et le corps des enfants (dessins de figures et d'ornements) se pratiquait principalement dans les parages septentrionaux (populations boréales : Groënlandais, Tchouktchis, Esquimaux), *et se retrouve en Italie.* Il est de date récente, parce qu'il n'a pu être employé qu'après l'invention du fil végétal et de la couture proprement dite. Les traces des produits textiles et des fils végétaux sur la céramique démontrent qu'elles existaient seulement pendant le néolithique de l'époque *Robenhausienne.* Si on trouve des aiguilles dans les temps plus anciens, cela ne prouve rien ; elles pouvaient être employées alors à la couture avec des tendons d'animaux, principalement pour les peaux destinées aux vêtements des préhistoriques. Cette couture est très ancienne. Les plus vieux tessons de poterie ne portent pas d'empreintes des produits textiles des végétaux, comme c'est prouvé par les fouilles des couches préhistoriques de Bologoë et autres ;

2° Le tatouage par incisions, piqûres et scarifications était usité dans les pays chauds et tempérés, et par cela même il est plus ancien. Il s'unit aux mutilations ethniques proprement dites, probablement avant, ces cicatrices présentaient la force brutale, honoraient le guerrier que les femmes aimaient, parce qu'elles voyaient en lui un être fort, qui inspirait la confiance, et d'autant plus capable de servir de protecteur, qu'il était plus capable de supporter les souffrances ;

3° L'emploi des matières colorantes dans le tatouage est très ancien, ainsi qu'il résulte des nombreuses fouilles faites dans les grottes de Men-

ton et autres, où on employait la couleur rouge métallique. Les morts étaient enveloppés là dans une masse de peroxyde de fer, qui colorait les os en rouge. Cette coutume s'est perpétuée même jusqu'à l'âge du bronze et le premier âge du fer. Au sud de l'Allemagne, en Hongrie et dans les tumulus (kourganes) des gouvernements de Kiew, Ekaterinoslaw, etc., dolmens de la Crimée et du Caucase. etc., les défunts étaient enterrés dans la position accroupie. La race est dolichocéphale, forte et de moyenne taille (race Cro-Magnon). Outre le rouge, on rencontre encore les couleurs suivantes : jaune, blanc, noir, brun ;

4° Les tessons de poteries prouvent qu'au néolithique on avait déjà l'habitude de couper les ongles, dès l'enfance, avec des éclats de silex, excessivement tranchants. En examinant les estampages des vases néolithiques, on voit que l'ornementation, en coups d'ongle, était également faite par les hommes, les femmes et même les enfants (station de Bologoë, etc.). Dans la station lacustre de Corcelettes, les coups d'ongle sont très bien soignés (1). La taille des cheveux se faisait avec des silex qu'on utilisait aussi comme rasoir. Ailleurs on s'est servi d'obsidienne, et des sauvages actuels taillent admirablement le verre de bouteille. Les petites lames fragiles et aiguës qu'on trouve à Bologoë dans la couche très ancienne pouvaient aussi servir à cet usage. Dans une communication : « Est-ce que la chirurgie existait à l'âge de pierre? » (2), nous avons figuré une pointe aiguë, en silex translucide, très propre à servir de rasoir.

Les petits instruments triangulaires en forme de scies horizontales pouvaient peut-être servir au tatouage par scarification.

5° Les pointes très fragiles de l'âge de la pierre et les pointes en os d'animaux pouvaient également servir au tatouage par piqûre. Ces menus objets en silex n'ont pas jusqu'à présent d'autre explication ; ils pouvaient encore servir probablement : *a)* pour la chirurgie (phlébotomie, etc.) ; *b)* pour le tatouage par piqûres.

6° Il aurait été bien désirable que les questions des tatouages anciens, de la race dite Méditerranéenne, soient plus étudiées et éclaircies.

Annexe.

Extraits de la troisième partie du livre ethnographique, de 1799, intitulé « Description de toutes les populations habitant dans l'Empire de la Russie. Saint-Pétersbourg, 1799 ».

PAGE 45. — Beaucoup de « Toungouses » dits « des rennes », ont sur leur visage, comme *les sauvages d'Amérique, les « Groënlandais » et quelques autres*

(1) Voyez *Separet-Abdrückaus dem Correspondenz Blatt der Deutscher Anthropologischen Gesellschaft* N° 10. 1900 ; *Bericht der XXXI allgemeine Versamlung in Halle a S. Mittheilung* von Herr professor Dr KOLLMAN, in Basel, fig. 1 et 2.

(2) In *Société d'Anthropologie de l'Académie Impériale de Médecine*, Tome Ier, Livraison 2e. St-Pétersbourg, 1896.

peuples, notamment sur les joues et sur le menton, des dessins *pointillés* en bleu, représentant des *allongements*, des lignes courbes ou des aspects réguliers. *Les parents vaniteux les brodent aux garçons et fillettes de six à dix ans avec du fil précédemment humecté par la salive et après noirci dans le noir de fumée, recueilli sur la paroi d'une chaudière. Ces fils, on les fait passer d'outre en outre; par cette broderie, le visage s'enflamme à l'extrême, mais les taches et les points bleus ne s'effacent jamais.* A présent cela se fait uniquement comme luxe, mais dans les temps passés, sur l'affirmation « d'Hérodote » relativement aux « Thraces » cela désignait les héros.

PAGE 61. — Anciennement les « Kamtchadales » taillaient les haches et les couteaux en pierre, et employaient *au lieu d'aiguilles, des os de poisson;* et ainsi de suite...

PAGE 63. — Anciennement les « Kamtchadales » ne se lavaient jamais, maintenant beaucoup de femmes se fardent en mettant *du blanc avec du bois pourri, du mica brûlé et du rouge avec de la graisse et une herbe marine particulière.*

PAGE 64. — Les « Kamtchadales » sont très habiles en couture et en arrière point fait avec les tendons des animaux et du fil. Anciennement ils employaient *pour cela (pour coudre) des alènes en os.* La matière filée de l'ortie s'employait seulement pour arranger les filets et les câbles.

PAGE 65. — Les femmes « Kamtchadales », outre les fards, croient s'embellir en collant sur le visage l'épiderme des boyaux (intestins) d'ours.

PAGE 70. — Les femmes « Koriaques » se brodent à l'exemple des femmes « Toungouses » sur le visage, des lignes et des figures.

PAGE 75. — Les femmes « Tchouktchis » brodent aussi, à l'exemple des « Toungouses », sur le visage et les mains, des lignes et des figures. Les armes des « Tchouktchis » consistent en arcs, flèches, lances avec des pointes en os, et en frondes.

PAGE 80. — Les deux sexes des îles « Kouriles » se brodent, comme les « Toungouses », sur le visage et les mains, des figures et se noircissent complètement les lèvres.

PAGE 87. — Les habitants des îles de la mer d'Okhotsk, etc., ont leurs armes et ustensiles de ménage : arcs, flèches, javelots, lances, frondes, boucliers, massues — tout cela sans fer, dont l'importation a été défendue chez eux pour ne pas les faire plus dangereux, mais ils font toutes ces armes meurtrières avec des os et des pierres aiguisées. Ils peuvent lancer leurs javelots bien garnis de plumes, longs à peu près de trois pieds, jusqu'à une distance de trente sagènes (soixante-quatre mètres).

PAGE 88. — Les ustensiles de ménage des habitants des îles consistent en auges (qu'ils font de bois du pays ou de bois flotté), tasses en coquilles ou de pierres creusées, en paniers d'écorce tressée, en vases d'écorce et de cuir, en nattes; des pierres aiguisées leur servaient de haches et de couteaux; leur outillage professionnel est en os. Là, où viennent les Russes, ils possèdent en outre des chaudières et des pots en fonte. On peut se figurer avec combien de difficulté ces gens-là arrangent leur demeure, font le nécessaire pour le ménage, des bateaux, etc., sans l'aide de ciseaux, haches, couteaux, etc., seulement avec leur simple outillage en pierre et en os. Ils vivent à cause de cela étroitement, quelquefois dans des grottes de pierres qu'ils arrangent pour leur vie avec du bois chablis, du cuir, des nattes, etc.; ils passent ainsi toute leur existence...

Sur plusieurs îles, principalement celles du Nord, les deux sexes représentent comme embellissement prétendu sur les mains et le visage, des figures

d'animaux, d'oiseaux, de fleurs, ou des dessins divers de leur tête, *non pas avec du fil comme les peuplades de la Sibérie orientale, mais avec des piqûres jusqu'au sang, faites avec des os de poisson. On frotte les places ainsi piquées avec de la couleur noire ou avec quelque autre couleur; par cela leurs dessins sont ineffaçables.* Ils font dans les lobes des oreilles beaucoup de trous sur les bords, dans lesquels ils passent des touffes arrangées de beau petit plumage, ainsi que du corail, et d'autres petits objets... Les hommes trouvent que c'est mal quand leurs cheveux croissent vite et épais, voilà pourquoi ils s'arrachent la barbe, quelques-uns complètement. *Les hommes, sur quelques îles, rasent toute la tête avec des pierres tranchantes* (silex, obsidienne, etc.), *sur d'autres, ils rasent seulement une place autour de laquelle ils conservent une bordure de cheveux coupés courts.* Dans presque toutes ces îles, beaucoup d'hommes et de femmes pratiquent *sur la lèvre inférieure deux profondes coupures et une ouverture dans le cartilage du nez.* Quand ils veulent se parer avec élégance, ce qui arrive souvent, ils insèrent, dans les coupures de la lèvre, des dents de morses longues de deux pouces, courbées et polies. *Dans l'ouverture faite dans le cartilage du nez, ils font passer un petit os d'oiseau en solive, ce qui relève les narines. Ceux qui aiment à se parer, se font encore une troisième coupure au milieu de la lèvre inférieure, dans laquelle ils mettent une pierre coloriée.*

M. le Comte GOUHIER de CHARENCEY

à Paris.

DEUX DIALECTES EST-ALTAIENS [494]

— Séance du 11 septembre —

Les linguistes finlandais, on le sait, répartissent en quatre groupes distincts, les dialectes agglomérants de l'Europe orientale, Sibérie et Extrême-Orient boréal, peut-être bien unis entre eux par un lien de parenté lointaine, à savoir :

1° L'*Ougro-finnois* ou *Ouest-Altaïen*, le plus développé de tous au point de vue grammatical ;

2° Le *Samoyède* ou *Nord-Altaïen*, qui offre avec le précédent de nombreux points de contact ;

3° Le *Sud-Altaïen* ou *Turco-Mongol* ;

4° Enfin, le *Tongouse-Mandjour* ou *Est-Altaïen*.

Ne sont pas compris dans cette nomenclature, un certain nombre de groupes linguistiques de l'Extrême-Orient, peu étudiés jusqu'à ce jour, à savoir :

1° Le *Iénisséo-Kourilien* (dialectes de l'Iénisseï, Coréen, Aïno de Yéso et des Kouriles).

2° Le *Youkahire* des rives de la mer Glaciale ;

3° Le *Koryèque-Kamtschadale*, auquel paraît appartenir l'idiome en vigueur dans le centre de l'île de Tarakaï ;

4° Le *Japonais* (Yamato ou Japonais ancien, Japonais moderne, Loutchouan, en vigueur dans l'archipel Liéou-Kiéou).

Quoi qu'il en soit, les langues Est-Altaïennes assez étroitement rapprochées les unes des autres, semblent se partager en deux groupes distincts : 1° Le *septentrional* ou *Tongouse*, plus archaïque de formes ; 2° Le *méridional* ou *Mandjour* proprement dit, moins bien conservé et qui sous le rapport phonétique se signale par sa tendance à éliminer les consonnes médiales et finales, ou à leur substituer, au besoin, des voyelles.

De tous ces idiomes, il n'y a guère que le Mandjour, parler des conquérants de la Chine, qui ait été l'objet d'une culture littéraire et sur lequel, par suite, nous possédions des renseignements suffisamment complets. Les autres, à vrai dire, nous restent à peu près inconnus.

Citons-en deux, notamment, dont on n'a que de courts vocabulaires, à savoir le Manègre en vigueur dans la province russe de Transbaïkalie, entre les 124e et 128e degrés de longitude est et les 52e et 53e degrés de latitude nord, et le Sandan ou Santan parlé sur la côte nord-est de Mandjourie, au sud du fleuve *Soungari* et à peu près en face de l'île de Tarakaï ou Saghalien.

Leur origine est-altaïenne ne saurait évidemment faire doute, mais on peut se demander auquel des deux groupes boréal ou méridional, il convient de les rattacher. C'est ce que nous nous proposons d'examiner ici.

Tout ce que nous savons du Manègre se réduit à ce que donne un explorateur russe, M. de Sabir, dans son ouvrage intitulé *Le fleuve Amour*, (Paris, 1862). Quand au vocabulaire Sandan, on le trouve reproduit dans le Mémoire de Siebold, intitulé : *Verhandlingen over de afkomt der Japaners*, lequel fait partie des *Verhandlingen von het Bataviaasch Genotschap* (Batavia, 1832).

Nous désignons ici par MA, le Manègre ; MN, le Mandjour ; TN, le Tongouse ; S, le Sandan et enfin A, l'Aïno.

Une simple comparaison des trois vocabulaires : Manègre, Mandjour et Tongouse suffit à nous révéler le caractère septentrional du premier de ces dialectes. Il conserve d'ordinaire des consonnes médiales ou finales, éliminées en Mandjour. On en pourra juger par la liste suivante :

UN : MA, *Omun*. — TN (dial. d'Okhotsk), *Umĭn* ; (dial. Lamoute), *Œmĭn*. — MN. *Emu*.
DEUX : MA, *Dzur*. — TN (dial. de Yakoutsk et d'Okhotsk), *Djur*. — MN, *Djuo*.

TROIS : MA, *Ilan*. — TN (dial. de Yakoutsk), *Elan;* (dial. d'Okhotsk), *Ilan*. — MN, *Ilan*.
QUATRE : MA, *Digin*. — TN (dial. de Yakoutsk), *Dygin* ; (dial. de l'Angara supérieure), *Digin*. — MN, *Duin*.
SIX : MA, *Nugun*. — TN (dial. de Yakoutsk et de l'Angara supérieure), *Nyugun*, MN, *Ningun*.
SEPT : MA, *Nadang*. — TN (dial. de Yakoutsk), *Nadan*. — MN, *Nadan*.
NEUF : MA, *Yagin*. — TN (dial. de Yakoutsk), *Yagin*. — MN, *Njun*.
DIX : MA, *Dzan*. — TN (dial. de Yakoutsk), *Djan*. — MN, *Djuan*.
JOUR : MA, *Inangi*. — TN (dial. de la Mangasceya), *Inengi*. — MN, *Fandacha*.
FEU : MA, *Togo*. — TN (Yakoutsk), *Togo*. — MN, *Tua*.
TERRE : MA, *Tur*. — TN (Mangasceya), *Turu* ; (Okhotsk), *Tor*. — MN, *Na*, *boïchon*. Serait-ce de ce *Tur* ou *Tor* que viendrait le *Tour*, « Champ » du Coréen ?
PÈRE : MA, *Ami*. — TN (Okhotsk et Yakoutsk), *Ami*. — MN, *Ama*.
MÈRE : MA, *Oni*. — TN (Angara supér), *Oni*. — MN, *Eme*.

Quelque restreint que soit le nombre de mots ici comparés, il suffit à prouver le caractère franchement Tongouse du dialecte Manègre. S'il s'éloigne assez sensiblement du Mandjour, ce serait peut-être des dialectes Tongouses et de Yakoutsk et d'Okhotsk qu'il se rapprocherait davantage.

Tout au contraire, c'est avec le langage des conquérants du Céleste Empire que le Sandan semblerait avoir le plus d'affinité, autant du moins qu'on en peut juger par le vocabulaire qu'a donné Siebold. Nous y retrouvons, en effet, la tendance à éliminer les consoles médiales ou finales.

Ex. :

UN : S, *Womoo*. — MN, *Emu*. — TN (Okhotsk) *Umin*.
DEUX : S, *Sjuwoï*. — MN, *Djuo*. — TN (Okhotsk) *Djur*.
SIX : S, *Ningou*. — MN, *Ningun*. — TN (Yakoutsk) *Nyogun*.
SEPT : S, *Nata*. — MN, *Nadan*. — TT (Yakoutsk), *Nadan*.
SOLEIL : S, *Ton*. — MN, *Choûn*. — TN (d'après Middendorf) *Sygun* et *Dilœcâ*.
LUNE : S, *Bi*. — MN, *Bia*. — TN (d'après Middendorf) *Bêga*.
MER : S, *Namo*. — MN, *Namou*. — TN (d'après Middendorf et Spassky) *Lam;* (dial. d'Urulginsk), *Amout* « Mer, lac ».
LANCE : S, *Ghita*. — TN (d'ap. Middendorf), *Gida*. — MN, *Guida*.

Quelques vocables du Sandan, mais d'une façon vraisemblablement très exceptionnelle rappelleraient plutôt le Tongouse que le Mandjour. Bornons-nous à un seul exemple : Le « sabre » se dit *houtou* en S. C'est visiblement le *koto*, « couteau » du TN (d'après Middendorf et Gerstfeldt). Au contraire, le MN dira *lokho* pour « sabre ».

Une particularité du dialecte Sandan, c'est la pluralité des expressions qu'il emploie pour désigner les mêmes noms de nombre. Ainsi, dans cet idiome, *quatre* se dira aussi bien *weraa* que *punii*. On aura pour *neuf*, soit *horei*, soit *fuijn*. Il emploiera indifféremment *tsappo* ou *irao* pour *trois*. Peut-être faut-il voir dans ce fait, le résulat d'emprunts faits à des idiomes

de souche différente. Si d'une part *irao* ne semble être autre chose que son synonyme *ilan* « trois » du Mandjour, de l'autre, *tsappo* rappelerait peut-être le *tché* de l'A (dial. Kamtschadale), lequel devient *ré* dans l'île de Yésso.

M. le Comte Ch. GOUHIER DE CHARENCEY

à Paris.

RACES ET LANGUES DU JAPON [572.952]

— Séance du 11 septembre —

Les recherches des ethnographes et archéologues les ont conduits à reconnaître cinq éléments principaux dans la population japonaise. Ils ont été amenés chacun par autant de migrations distinctes et qui se sont produites à des époques fort différentes. Ce sont les suivantes :

1° Celle des *Negritos*. Cette race dont les insulaires des îles Andaman, les Aetas de Luçon, constituent autant d'échantillons encore aujourd'hui subsistants, a dû se répandre dans toute l'Asie Orientale et l'archipel malai dès les temps les plus reculés. Quelques géologues se montreraient disposés à regarder leur dispersion comme antérieure à l'époque glaciaire, et contemporaine tout au moins de la fin du tertiaire. Nous n'avons pas à nous prononcer sur cette délicate question. Ce qui est certain, c'est que M. le Dr Hamy a reconnu des vestiges de leur ancienne présence chez les populations du sud de l'archipel, à Kiou-Siou en particulier ;

2° A ceux-ci semblent avoir succédé les *Pit-Dwellers* des écrivains anglais, les *Tsuchi-gomo* ou *Korok-pok-gourou* des Japonais actuels. Il est difficile de déterminer à quelle époque ces émigrants pénétrèrent dans l'île de Niphon. Ils n'ont laissé d'autre vestige de leur séjour en ces régions que leurs poteries d'un travail souvent fort artistique et les ruines de leurs habitations à demi-souterraines, comme celles des Kamtschadales de nos jours. Ce mode d'architecture dont ils tirent les noms à eux donnés, semblerait indiquer une origine septentrionale et l'on a tout lieu de se demander s'ils ne seraient pas venus directement de la péninsule kamtschadale. On ignore, d'ailleurs, quelle langue parlaient ces habiles céramistes. Serait-ce par eux que sont entrés dans la langue du Japon certains termes qui rappellent singulièrement leurs équivalents dans les dialectes de la grande péninsule sibérienne? Bornons-nous à un seul exemple. Le japonais *Kaobé*, « tête », ne pourrait-il pas être rapproché du kamstchadale *Kobbel* (même sens)?

En tout cas, les Pitt-Dwellers semblent avoir constitué une population peu belliqueuse et qui n'a pas tardé à succomber aux attaques de races plus guerrières. On ne saurait guère, en conséquence, croire leur arrivée dans l'archipel postérieure à l'invasion aïno; ils ont dû se répandre dans ces régions alors qu'elles étaient encore presque désertes et occupées tout au plus par quelques rares tribus de noirs pélagiens;

3° A une époque encore indéterminée, mais sans doute moins ancienne que les précédentes, nous voyons apparaître, au Japon, les *Aïnos*, peuple allophylle, mais de souche caucasique et remarquable par l'extrême développement de son système pileux. On a comparé, sous le rapport physique, les Aïnos aux paysans russes; toutefois, la forme de leur crâne rappellerait singulièrement la structure crânienne des Esquimaux de l'Est. Les Groënlandais, comme le fait observer M^me^ Sige-Rink, semblent même dans leurs légendes faire allusion aux Aïnos. Les relations entre ces races séparées aujourd'hui par de si vastes espaces remontent à un temps que nous ne saurions déterminer.

Sans aucun doute, les Aïnos pénétrèrent dans l'archipel japonais par la Corée et cela à une période visiblement assez reculée, mais qui semble difficile à préciser. Ils en occupèrent la plus grande partie, comme le prouve l'abondance des localités dont les noms actuels ne se peuvent expliquer que par la langue aïno, bien que celle-ci ait cessé d'y être en usage depuis bien des siècles. L'Aïno, nous nous sommes efforcé de l'établir dans de précédents travaux (1), appartient incontestablement à la souche des idiomes est-sibériens et y constitue, avec le coréen et les dialectes iénisséiques, tels que l'arine, l'assane, le kotte, l'ostyak de Pumpokolsk, l'imbazk, un groupe particulier que nous avons proposé de désigner par l'appellation de *Iénisséo-Kourilien.*

Quoi qu'il en soit, les Aïnos aujourd'hui cantonnés dans l'île de Yésso, les Kouriles, l'extrême sud du Kamtschatka et de l'île de Saghalien ainsi que sur une portion du rivage de la Mantschourie où on les connaît sous le nom de Ghiliaks, avaient jadis occupé la plus grande partie, sinon la totalité de l'île de Nippon. Ils en ont été expulsés depuis par les Japonais proprement dits.

En tout cas, le coréen actuel paraît se diviser aujourd'hui en plusieurs dialectes très tranchés. Celui de Séoul, capitale de la Corée, autant que nous en pouvons juger par le dictionnaire que les missionnaires ont publié à Yokohama, diffère bien plus de l'aïno que le dialecte du Sud dont Balbi et Klaproth nous fournissent des spécimens. On en pourra juger par les noms des cinq premiers noms de nombres que nous donnons ici :

(1) *Recherches ethnographiques sur les Aïnos ou habitants des Kouriles,* dans le cahier de février 1868 des *Annales de Philosophie chrétienne.*

	CORÉEN		AÏNO		
	D'après le dictionnaire coréen-français des missionnaires	D'après Klaproth et Balbi	Dialecte de Yézo	Dialecte kamtschadale	Dialecte de Saghalien
1	*Hana.*	*Ho-t'ün, ho-dschun.*	*Schnep, Schnepf.*	*Syhnăp.*	*Senesb, Zinezf.*
2	*Toul.*	*Tu-pu.*	*Tupf, Tup.*	*Dupk.*	*Zuzb, Zuzf.*
3	*Séit.*	*Ssai.*	*Repf.*	*Rähp.*	*Rezb*, *Rest*, forme archaïq. *Tché.*
4	*Neit.*	*Naï.*	*Inipf, Inepf.*	*Yhnäp.*	*Inezb, Ynezf.*
5	*Ta-Sat.*	*Ta-chu.*	*Achiki.*	*Ahsik.*	*Assikine*, rad. *Achi, Aschi.*

Il est bien clair que la forme *Tu-pu* pour « deux », propre au coréen du Sud, se rapproche plus de l'aïno *Tupf* ou *Tup* que le terme *Toul* employé à Séoul. Même observation pour *Ta-chu* « cinq », comparé à l'aïno *Achiki* d'une part et de l'autre à *Ta-sat*. A propos de la forme *Repf* pour « trois » en vigueur dans l'île de Yésso, remarquons qu'elle ne constitue que l'altération d'une forme primitive *Tché* employée soit à Saghalien, soit au pays des Ghiliaks. Signalons cette tendance de l'aïno à remplacer la dentale ou chuintante initiale par un *r*. C'est ainsi qu'à côté de *Tétar*, *Tétarou*, « blanc », nous rencontrons la forme dialectale *Rétar*, *Rétarou;*

4° Quoi qu'il en soit, les Aïnos ne tardèrent pas à se trouver en contact avec des envahisseurs de race malayo-polynésienne naturellement venus du Sud par mer dans le Nippon. Ces nouveaux arrivés auraient eu pour chef, le plus ou moins mythique *Chen-mou-ten-wo*, fondateur présumé de la dynastie des Mikados qui règne encore aujourd'hui au Japon. Il trouva déjà établi en ce pays un autre prince, très vraisemblablement de même origine que lui et qui, sous le nom de « Roi de la mer », avait soumis à ses lois la côte sud-ouest du Nippon.

Les historiens indigènes fixent à peu près au milieu du VII^e^ siècle avant notre ère, l'établissement de *Chen-mou-ten-wo*, mais on aurait quelques raisons de le croire un peu plus récent.

Ce qui est certain, c'est que le contact des Aïnos avec les populations de race brune ou malaie influa sur leur langage. On ne saurait douter que plusieurs termes de leur lexique n'aient été empruntés à l'idiome de ces derniers. Bornons-nous aux exemples suivants :

	AÏNO	LANGUES MALAYO-POLYNÉSIENNES
ALLER.	*Baï.*	M. (1) *Paï.*
FEU.	(Dial. de Yézo), *Abé.* — (Dial. de Saghalien, *Apeh.* — Cf. JAP. *Fi*, « feu, soleil ».	M. *Apie, Api.* — TCH. *Apoi.* — Silong (des îles Mergui), *Apoi.* — Batta, *Apie.* — Atschinois et Korinchi, *Apui.* — Redjang, *Opoay.* — Lampong, *Appay.* — Malgache, *Afu.* — Madurais et Sumenap, *Apoi.* — Bali, Sassak, Bima, Sumbawa et Ende, *Api.* — Solor, *Apeh.* — Kayan (île de Bornéo), *Apui.* — Mandhar, Bougui, Ménado et Buton (Célèbes), *Api.* — Tagal, *Apuy.* — Bashi, *Apui.* — Tobi (Micronésie) et Satawaï, *Yaf.* — Uléa, *Eaf.* — Rokaofo, *Afi.* — Tikopien, *Afi.* — Guébé, *Ap.* — Arugo, *Afor.* — Mairassi, *Api.*
MAIN.	(Dial. de Yézo), *Té, Teké.* — (Dial. kamtschadale), *Dek.* — Cf. JAP. *Té* (même sens) (2).	M. *Tangan*, « main » et « bras ». — JAV. *Tangan* (même sens). — Jaru-Samang (péninsule de Malakka), *Tong.* — Batta, *Tangan*, « bras ». — Korinchi et Redjang, *Tangan* « main ». — Ulu, *Tangan.* — Nias, *Tanga.* — Malgache, *Tango.* — Suata (Bornéo), *Tangan.* — Sow, *Tungan.* — Sakarran et Malo, *Tangan.*
NEZ.	(Dial. de Yézo), *Etu, itu.* — (Dial. kamtschadale), *Adhum.* — (Dial. de Saghalien), *Idu.*	M. *Idong, Hidong.* — Atschinois, *Idung*, — Korinchi, *Idong.* — Lubu, *Hédung.* — Ulu, *Idong.* — Malgache, *Urung.* — Sunda, *Irung.* — Madurais, *Elong.* — Sow, *Indong.*
PÈRE.	*Chambé.* Cf. JAP. *Sama*, « Seigneur ».	Formosan (dial. Sideia), *Sama*, « père ».
VILLE, RÉGION.	*Kotan.*	M. *Kota*, « ville », cité.
DÉTRUIRE.	*Rambi.*	M. *Mé-rambek.*
SUCER.	*Nunnu.*	M. *Lulum.*
DONNER.	*Atté.*	M. *Per-idah*, « don ».

(1) M. voudra dire Malai ; JAP., japonais ; JAV., javanais, et TCH., Tchiampa.

(2) L'origine malayo-polynésienne de ces mots reste douteuse, puisque nous trouvons, en Imbazk, *Togan, Tégon* pour « main », et en Ostyak de Pumpokotsk, *Tok.*

Il nous eut été facile d'allonger cette liste. Elle fait voir, en tout cas, que l'Aïno a pris aux dialectes malayo-polynésiens jusqu'à des termes fort usuels, tels que ceux signifiant « feu » et « nez ». Parfois même le mot ainsi adopté n'a pu faire sortir de l'usage courant son synonyme indigène. Tel serait le cas pour *Abé*, « feu », pris comme nous venons de le voir, aux dialectes de la mer du Sud. On l'emploie aujourd'hui encore concurremment avec *Undschi*, *Undji*, qui avait le même sens dans l'idiome primitif des habitants de Yéso.

Si le Japonais contient, lui aussi, quelques vocables d'origine océanienne, ils ne semblent pas être aussi nombreux chez lui qu'en aïno. Cela s'explique sans peine, puisque étant plus civilisés que ces derniers, les Japonais n'ont pas eu à subir, au même degré, l'influence lexicographique d'idiomes étrangers;

5° La dernière grande migration et celle qui fournit sans doute à l'archipel du Japon la partie la plus considérable de sa population, fut incontestablement la migration des Japonais proprement dits, lesquels arrivèrent par la Corée vers les environs de notre ère. Ce serait même eux, prétend-on, qui auraient introduit dans les îles orientales, la connaissance des métaux. Il n'est pas certain d'ailleurs que le japonais appartienne à la même souche linguistique que le coréen et les idiomes de la Sibérie Orientale. En tout cas, les ancêtres de la nation japonaise, même avant d'avoir quitté la péninsule coréenne, semblent avoir constitué une race passablement mêlée. On les a voulu identifier aux *Hâns* (1) qui, bien longtemps avant nôtre ère, habitaient le sud de cette dernière région. D'autre part, une portion de la nation des *Hâns* aurait été composée d'émigrants chinois qui, vers le milieu du IIIe siècle avant Jésus-Christ, se retirèrent vers le Nord pour échapper à la tyrannie de *Tsin-che-wang-ti*. Tout ceci s'expliquerait fort bien par l'hypothèse que ces *Hâns* résultaient d'un mélange d'indigènes du Céleste-Empire et d'un groupe spécial de Tartares. Pareille hypothèse nous rend suffisamment compte du grand nombre de termes chinois archaïques ou dialectaux qui se rencontrent en japonais et donnent à ce dernier idiome une physionomie si spéciale. Bornons-nous à deux ou trois exemples :

	Chinois.	Japonais.
MÉTAL.	*Kin.*	*Kané.*
OEIL	*Mu.*	*Mï.*
LANGUE	*Sit, Shit* (en dial. cantonnais).	*Sita.*

Nous ne parlons pas ici des Chinois ou Coréens qui, à des époques plus récentes, vinrent s'établir au Japon. Ils n'y arrivaient, sans doute, qu'à

(1) M. le Dr VERNEAU. *Les Races humaines*, IIe partie, p. 379, de la collection *les Merveilles de la Nature*, par M. A.-E. BREHM.

l'état d'individus isolés et non par grandes masses. Un mot toutefois nous reste à dire au sujet d'un établissement présumé de Peaux-Rouges dans l'île de Nippon. Plusieurs voyageurs ont signalé une certaine ressemblance entre quelques types rencontrés au Japon et ceux des populations de la rive opposée du Pacifique. Ils présentent notamment une courbure du nez, une structure massive de la mâchoire qui n'ont rien absolument de mongolique ni de caucasien. D'ailleurs l'industrie de la pierre polie, dans leur pays, au dire des collectionneurs japonais, offre quelque analogie avec celle des Peaux-Rouges de l'Alaska et de la Colombie britannique. L'on ne peut, toutefois, rien affirmer de bien positif à ce sujet. Ce qui est certain, c'est qu'un savant anthropologiste russe, M. de Maïnoff, a signalé de nombreuses traces de croisement avec la race cuivrée d'Amérique, chez les Tongouses et spécialement les Iakoutes des bords de la Léna.

M. Félix RÉGNAULT

Chargé de mission par le Muséum.

ÉTUDES SUR LES PUITS FOSSILIFÈRES DES GROTTES LA GROTTE DE TIBIRAN (HAUTES-PYRÉNÉES). — MASSIF DE GARGAS

[571.81 : 44 : 78]

— *Séance du 13 septembre* —

Dans des communications antérieures faites au Congrès de l'Association française en 1898, et au Congrès des Sociétés savantes en 1899, nous avons fait connaître, M. Jammes et moi, les résultats de nos recherches dans la grotte de Tibiran.

Nous avions signalé, dans la direction d'une faille allant du nord au sud, le long de laquelle est ouverte la grotte, deux puits verticaux s'enfonçant dans la masse calcaire. L'un de ces puits, celui qui est situé dans la partie de la grotte la plus éloignée de l'entrée, a été soigneusement fouillé par nous (1) et encouragés par les résultats obtenus, nous avons entrepris l'exploration *du second puits* plus large et plus profond que le précédent.

C'est le résultat de cette difficile et dangereuse exploration qui fera le sujet de cette note.

L'orifice de cet abîme s'ouvre à l'extrémité de la grande et majestueuse salle qui forme la grotte de Tibiran. Ce vaste orifice est traversé par des

(1) Congrès de Nantes, 1898. — Séance du 3 août.

blocs éboulés de calcaire formant au-dessus du gouffre un pont naturel, qui semble prêt à s'effondrer et qui ne tient que par la pression des blocs les uns contre les autres, comme d'ailleurs l'indique si bien la coupe dessinée par M. Jammes.

Le gouffre est sondé au moyen d'une corde, et donne une profondeur de 13, 14 et 15 mètres. Une lampe à acétylène éclairait suffisamment la grotte. Une première descente fut effectuée par le fermier Mansas à l'aide d'une corde à nœuds; mais ce moyen offrait trop de difficulté et je fis construire deux échelles de bois, qui reliées entre elles permettaient d'atteindre assez facilement le fond de ce puits.

Avec l'aide de MM. Jammes, Bordères de Saint-Bertrand, les fermiers Mansas et Antichan, plus un ouvrier, muni de pioches et pelles, nous opérions une nouvelle descente et commencions les fouilles.

Le fond de cet abîme présente une salle de forme irrégulière, tapissée de grandes concrétions stalagmitiques, et large, selon les parties, de 5 mètres à 3m,40 sur une longueur totale de 12 mètres. Le sol était recouvert de débris de gros blocs de toutes dimensions, tombés de la voûte ou de la grotte supérieure qu'il a fallu dégager pour découvrir une épaisse couche de terre argileuse sablonneuse grise. Le fond de cette salle se termine en fissure remplie d'eau qui forme un petit lac de 1 mètre de profondeur.

La couche de terre sablonneuse ne renfermait aucun débris fossilifère à une profondeur de 60, 80 centimètres et 1 mètre. On respirait, au fond de ce gouffre, avec difficulté, la présence de gaz délétères, à mesure que l'on remuait la terre, se faisait sentir par un malaise général.

Après quelques heures de travail, nous regagnons le grand air avec satisfaction.

Le lendemain, les fouilles furent reprises; mais après quelques heures de travail, les ouvriers ressentant les mêmes phénomènes de malaise, et craignant d'ailleurs de voir les blocs suspendus sur nos têtes, ébranlés et détachés par les vibrations des coups de pioches, je me déterminai à interrompre les fouilles.

Si le grand puits de Tibiran ne nous a rien appris sur la faune qu'il peut renfermer, cette exploration ne sera pas sans résultats pour l'étude du creusement et du remplissage de cette grotte; et l'on peut tirer comme conclusion, qu'à Tibiran comme dans d'autres excavations du massif de Gargas, la grande faille qui a été le point de départ de la formation de la grotte, a été agrandie par l'érosion due au ruissellement et par les courants d'eau provenant du dehors, à travers les fissures, et principalement par un grand conduit, sorte de canal, situé bien au-dessus des deux puits, conduit qui va très loin dans la montagne.

Par cette bouche, des courants rapides ont amené des apports de toute sorte, d'argile et de cailloux roulés dont on peut voir les traces sur les

parois de la grotte. Le grand puits formant un vaste entonnoir, au centre de la grotte, devait être rempli d'eau qui s'écoulait insensiblement par la fissure que nous avons signalée et qui correspond à une source ouverte au pied de la montagne. Cette source se tarit en temps de sécheresse et devient abondante après les pluies prolongées ou les orages violents.

Comme à Gargas, les cailloux roulés forment dans la grotte de Tibiran une corniche agglutinée, et un poudingue résistant n'est que le témoin d'un énorme dépôt qui devait s'étendre dans toute la grotte à la même hauteur. Sous cette corniche de cailloux roulés, à différentes reprises, j'ai fait des sondages et des fouilles dans les poches argileuses qui renfermaient quelques ossements roulés et brisés du grand ours et du petit ours des cavernes.

La coupe montre clairement que ce dépôt est antérieur à la formation de l'argile à ossements répandue dans la grotte, et surtout dans le puits fouillé en 1898. Je pense, comme M. Marcellin Boule (1), qu'à Tibiran comme à Gargas, ces cailloux roulés sont identiques aux alluvions anciennes des terrasses supérieures de la Garonne et de la Neste.

M. Émile RIVIÈRE

Sous-Directeur de Laboratoire au Collège de France, à Paris.

L'ABRI SOUS ROCHE DE MORSODOU OU CROZE DE TAYAC (DORDOGNE)

[571.81 : 44.72]

— Séance du 13 septembre —

Ce gisement, dont il ne m'a pas été possible, dans une première fouille, d'évaluer la puissance, le propriétaire du terrain s'étant opposé, sous prétexte de certaine plantation — un noyer sans valeur — à ce que je prolongeasse mes fouilles aussi loin qu'il eût été nécessaire, ce gisement, dis-je, a dû être autrefois un abri sous roche. Le faîte des rochers qui le surplomblaient alors s'est éboulé à une certaine époque, ainsi que la présence de gros blocs, soit au-dessus même des foyers, soit plongeant au milieu de ceux-ci, paraît le démontrer.

(1) M. Boule. *Note sur le remplissage des Cavernes.* — Anthropologie, 1892.

Il est situé sur le territoire de la commune de Tayac (Dordogne), à 250 mètres environ du célèbre abri de Cro-Magnon, entre cet abri et les ruines du château des Eyzies. Il s'étend entre les rochers, contre lesquels il s'appuie très probablement, et la route des Eyzies, parallèlement à celle-ci, sur une longueur d'une dizaine de mètres au moins, à peu près en face de la borne kilométrique n° 5 (500 mètres de la station des Eyzies). J'ajoute qu'il descend en pente douce des rochers vers la route.

Il a été entamé jadis par le propriétaire, pour l'établissement d'un chemin de la largeur d'une charrette, lui permettant d'accéder de ladite route à sa maison, laquelle est bâtie contre le rocher. Les travaux, qu'il fit dans ce but, lui donnèrent de nombreux silex taillés, des dents et des ossements d'animaux, parmi lesquels on m'a cité ceux d'un éléphant; il les a vendus au fur et à mesure de leur découverte à diverses personnes et principalement à des étrangers. C'est en apprenant, pendant le cours de ma campagne d'avril 1899, que des étrangers, — deux archéologues suisses, m'a-t-on dit, — avaient obtenu, moyennant une forte rémunération, de fouiller le gisement et y avaient, en deux ou trois jours, recueilli un grand nombre d'objets, que j'entrepris à mon tour, moyennant une certaine redevance, de le fouiller, mais en un point *absolument vierge encore de toutes recherches*. C'est le résultat de ce travail, fait avec le concours de trois de mes ouvriers habituels, que je présente aujourd'hui.

La fouille, que j'ai pu pratiquer, est située à 6 mètres environ au-dessus de la route des Eyzies et en bordure du chemin en lacet du propriétaire qui conduit de sa maison à ladite route.

Sa largeur a été d'environ $1^m,20$, sa profondeur, en ligne droite, de 1 mètre à gauche et de $0^m,70$ à droite, et sa hauteur de $1^m,10$, hauteur comprenant $0^m,15$ de terre végétale et $0^m,95$ environ de foyer. C'est dans ce cube d'un peu moins de 1 mètre que j'ai trouvé accumulés : 1° un millier environ de dents et d'ossements d'animaux; 2° des silex taillés en nombre considérable; 3° quelques fragments de bois de renne; 4° quatre os ou bois de Cervidés gravés, trois fragments d'instruments en os et deux dents percées.

Je ne parle pas ici des pièces antérieurement recueillies par moi, soit dans le chemin, soit à la surface du sol, non plus que de celles que j'ai achetées précédemment, dont je ne puis certifier la provenance au point de vue sinon du gisement, tout au moins de la couche géologique et archéologique, où elles ont été trouvées; je ne veux indiquer que les objets mis à découvert par mes propres fouilles.

A. — Faune.

La faune de l'abri sous roche de Morsodou est une des moins nombreuses, non pas comme restes, puisque en deux journées de fouilles, — 21 et 22 avril 1899 — j'ai recueilli un millier de pièces (dents, ossements et bois), mais comme

espèces animales rencontrées. Cette faune, en effet, est presque exclusivement représentée par des Ruminants et en très grande majorité par le Renne *(Tarandus rangifer)* dont, pour ne parler que des dents, ces deux journées m'ont donné *deux cent soixante-douze* dents prémolaires et molaires, supérieures et inférieures de première et deuxième dentitions, entières ou brisées, quelques rares incisives (7 en tout) et quelques menus fragments (7) de mâchoires (1).

Les autres Ruminants sont : 1° Le *Cervus elaphus*, dont j'ai recueilli *huit* prémolaires inférieures, *deux* prémolaires supérieures et *deux* incisives; l'une de ces dernières, — j'en parlerai plus loin, — a été percée d'un trou rond pour être portée suspendue; 2° Un petit Cervidé de la taille du Chevreuil *(Cervus capreolus)*, dont j'ai trouvé *dix-neuf* prémolaires et *deux* molaires inférieures, *une* prémolaire et *onze* molaires supérieures, enfin *trois* incisives; 3° Un Bovidé *(Bos ...)* représenté par un fragment de dent molaire inférieure.

C'est donc, en tout, 337 dents et mâchoires de Ruminants, dont 288 appartiennent au Renne, 36 au Chevreuil, 12 au Cerf élaphe et 1 à un Bovidé.

Les autres animaux représentés aussi par leurs dents dans la faune de l'abri de Morsodou sont :

1° Un Carnivore, un petit Canidé, très vraisemblablement le Renard *(Canis vulpes)*, qui m'a donné *deux* dents canines, l'une d'elles présente un travail inachevé de perforation ;

2° Deux petits Rongeurs.

B. — Industrie.

L'industrie dont j'ai trouvé les produits est, pour ainsi dire, presque uniquement représentée par des silex taillés, au nombre de *cinq à six mille*, tandis que les dents, les os et les bois de Cervidés travaillés, que j'ai recueillis dans le gisement, ne dépassent pas le chiffre neuf.

Sur ces *neuf* pièces, *quatre* sont gravées de traits qui présentent cette particularité assez rare que, très peu nombreux (3 ou 4 seulement), ils sont relativement très distants les uns des autres, comme on peut le voir par les dessins ci-dessous.

Ces quatre pièces sont :

a) Deux fragments de diaphyse, fendus dans le sens de leur longueur ; le premier, long de $0^m,071$ *(fig. 1)* porte trois traits à peu près parallèles dirigés



FIG. 1.

obliquement de haut en bas et de droite à gauche, longs de $0^m,021$, $0^m,019$, $0^m,17$ et séparés par un intervalle de $0^m,009$ à $0^m,010$.

Le second *(fig. 2)* plus volumineux et aussi plus long ($0^m,084$) présente quatre traits presque verticaux (perpendiculaires au bord de l'os) et à peu près paral-

(1) Elles tombaient, pour ainsi dire, en poussière, dès leur découverte, tandis que les fragments d'os longs des membres, par contre, étaient généralement bien conservés et résistants.

lèles, presque équidistants, dirigés contrairement à ceux de la diaphyse précédente, de haut en bas et légèrement de gauche à droite, leur longueur est plus grande aussi (0m,029, 0m,019, 0m,010, 0m,017), tandis que la distance qui les sépare est un peu moins considérable (0m,009, 0m,008 et 0m,007).

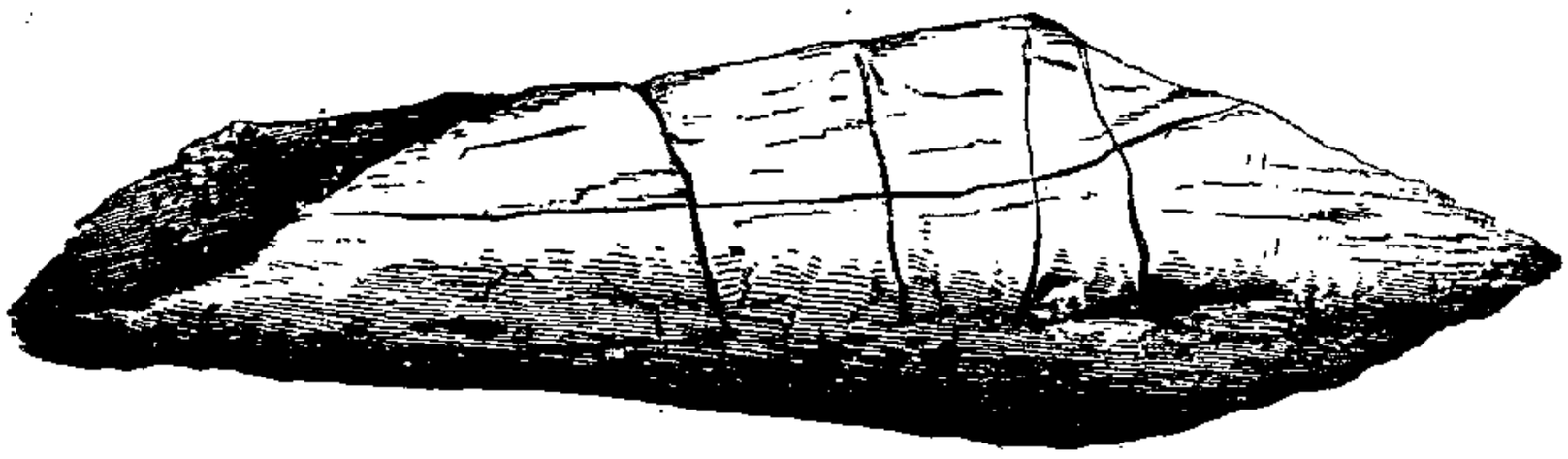


FIG. 2.

Je dois ajouter qu'ils sont traversés perpendiculairement près de l'un des bords de l'os, par un trait long de 0m,041, dirigé transversalement, presque d'un bout à l'autre de la diaphyse ;

b) Un fragment de côte de Ruminant, long de 0m,046 et large de 0m,014 *(fig. 3)*, gravé sur une de ses faces (A) de trois traits parallèles à peu près équidistants



FIG. 3 A.



FIG. 3 B.

et légèrement obliques par rapport aux bords de l'os, longs de 0m,007 à 0m,010 et séparés par un intervalle de 0m,01 à 0m,012, cet os est gravé sur l'autre face (B) de quatre traits verticaux perpendiculaires à ses bords, mais irrègulièrement espacés et de longueur à peu près semblable à celle des traits gravés sur la face opposée.

c) Un fragment de bois de Cervidé *(fig. 4)* brisé à ses deux extrémités cylindriques, long de 0m,051, sur lequel on aperçoit cinq traits gravés dans le sens de son diamètre, longs de 0m,012 à 0m,016, à peu près équidistants, mais dont deux sont légèrement obliques.

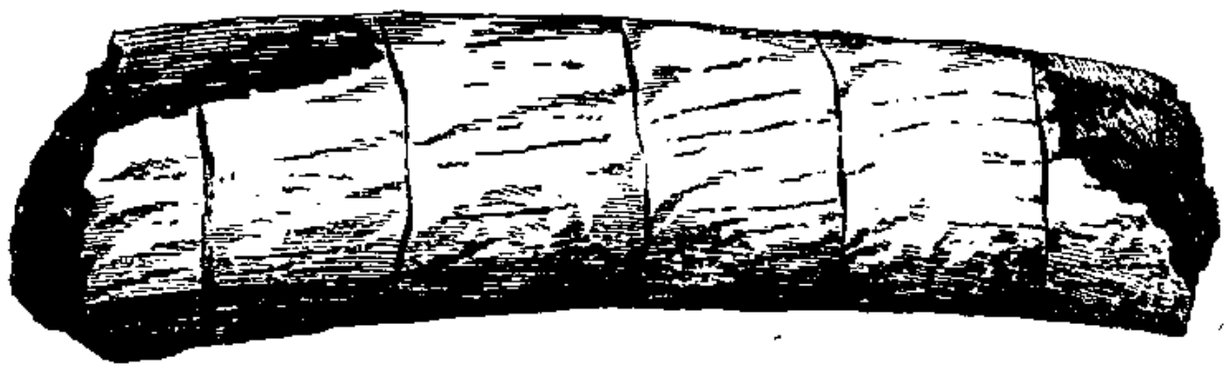


FIG. 4.

Les cinq autres pièces sont :

1° Deux dents percées pour être portées suspendues et servir d'amulettes ou d'objets de parure ;

a) une incisive de Ruminant percée d'un trou à l'extrémité de la racine;

b) une canine de petit Carnivore, dont la racine est percée aussi d'un trou, mais à peine perceptible, sa perforation ne paraît pas avoir été achevée, quoique commencée dès deux côtés de ladite racine ;

2° Trois fragments d'instruments, dont deux en os, cylindriques tous deux et brisés à leurs extrémités, et la pointe d'un andouiller de Cervidé parfaitement arrondie et amincie ; ce dernier mesure 0m,05 de longueur ;

Les silex taillés trouvés, dans l'abri sous roche de Morsodou, sont au nombre de plusieurs milliers, comme je l'ai dit plus haut, ce sont des grattoirs simples ou doubles, de tailles bien différentes; des grattoirs-burins ; des lames,

grandes pour la plupart et simples ou retouchées; des pointes de formes diverses, et des pointerolles, dont quelques-unes sont très finement retouchées; des burins, dont plusieurs sont de grande taille; des percuteurs; etc.

J'ai recueilli aussi un certain nombre de nucleus. Quant aux éclats de silex proprement dits, ils sont, par contre, peu nombreux, comme si les instruments de silex n'avaient pas été fabriqués sur place, mais bien à quelque distance du gisement ou tout au moins de l'endroit que j'ai fouillé.



FIG. 5. — Poisson gravé sur un bois de Cervidé.

Tels sont, en un court résumé, les résultats de deux journées de fouilles, pratiquées avec trois ouvriers dans l'abri-sous-roche de Morsodou, ou, comme on l'appelle encore, la Croze de Tayac.

Mais je ne saurais terminer cette note sans ajouter qu'un archéologue du Périgord bien connu, M. Maurice Féaux, a trouvé dans ce même gisement, dans une excursion qu'il a faite aux Eyzies peu de temps après moi, un bois de Cervidé sur lequel un poisson a été gravé. Quoique un peu fruste peut-être, le dessin n'en est pas moins très intéressant et suffisamment visible pour ne laisser aucun doute, comme on peut le constater par la reproduction que j'en donne ci-contre *(fig. 5)*, avec son autorisation.

M. Émile RIVIÈRE

Sous-Directeur de laboratoire au Collège de France, à Paris.

LA STATION PRÉHISTORIQUE DE LA COTE SAINTE-MARIE (MEURTHE-ET-MOSELLE)

[571.81:44.39]

— Séance du 13 septembre —

C'est au mois d'avril dernier, après la clôture du Congrès des Sociétés savantes, dont la session avait eu lieu à Nancy, que j'ai découvert, avec le comte de Beaupré, la station préhistorique de la Côte Sainte-Marie.

Cette station se trouve située sur le territoire de la commune de Maizey, à 2^{km},500 au nord de Saint-Mihiel. Elle s'étend de l'ouest à l'est sur une longueur de 350 mètres environ, parallèlement à la crête et un peu en arrière (soit à une vingtaine de mètres). Sa largeur est de 100 mètres environ, y compris la zone où l'on ne rencontre que des éclats isolés. La longueur du plateau, où elle se trouve, mesure 1.300 mètres de l'est à l'ouest, et sa largeur 300 mètres environ du sud au nord. Enfin elle domine la pente qui regarde le midi.

J'ajoute que, si l'on veut repérer son emplacement exact sur la carte au $\frac{1}{30.000}$, il suffit de tirer une ligne droite, joignant le clocher de la principale église de Saint-Mihiel au point trigonométrique 331. L'extrémité ouest de la station se trouve sur cette ligne à 450 mètres au sud dudit point 331 et à 2.400 mètres au nord de l'église.

Quant à son altitude, je dirai que la station est à 120 mètres environ au-dessus de la vallée de la Meuse.

Dans l'excursion que nous y avons faite le 16 avril, nous y avons trouvé, M. de Beaupré et moi, un certain nombre de silex taillés et surtout des éclats dont la grande quantité indique bien que cet emplacement était celui d'un atelier.

La récolte que nous y avons pu faire, malgré un temps épouvantable, comprend, outre les éclats ci-dessus, dont quelques-uns pourvus de leur bulbe de percussion et d'autres plus ou moins brûlés et craquelés, comprend, dis-je :

1° Deux galets roulés ayant servi de broyeurs, comme le démontrent de nombreuses érosions, surtout sur le plus volumineux des deux;

2° Un petit galet présentant des traces d'usure, comme s'il avait servi de petit polissoir;

3° Deux râcloirs, dont l'un notamment est remarquable par ses retouches latérales et à l'une des extrémités;

4° Une pointe de flèche ébauchée, forme amygdaloïde, bombée et retaillée sur ses deux faces;

5° Une autre pointe sans la moindre retouche;

6° Un assez gros silex brisé, dont le tranchant a servi de percuteur;

7° Quelques mauvais fragments de lames minces ou épaisses;

8° Une sorte de nucleus.

Le silex est, en général, blanc ou gris clair, quelquefois veiné de lignes plus foncées.

Les gisements les plus rapprochés, où l'homme préhistorique de la Côte Sainte-Marie pouvait s'approvisionner, sont au nombre de deux, tous deux situés près de Saint-Mihiel.

Le premier est à l'ouest de la ville (2 kilomètres) et au sud du point coté sur la carte 377. Il nous a été signalé par M. Nicklès, professeur de géo-

logie à la Faculté des Sciences de Nancy, qui dirigeait, ce même jour, l'excursion de Saint-Mihiel.

Le second a été reconnu par M. de Beaupré lui-même, au nord du village de Bislée, entre le point 242 et la Meuse, c'est-à-dire à 3 kilomètres sud-ouest de Saint-Mihiel. Le silex y forme une mince couche d'une trentaine à une quarantaine de centimètres (1). Il affleure aussi de très nombreux débris jonchant le sol. Il est de couleur grise, noirâtre par place. C'est bien le silex de la Côte Sainte-Marie.

Un atelier de taille aurait existé, d'après des renseignements parvenus à M. de Beaupré, sur le premier de ces gisements au-dessus du hameau de Ménouville. D'autre part, comme emplacement de stations préhistoriques, il faut mentionner le fort actuel du « Camp des Romains » qui domine Saint-Mihiel. M. de Beaupré a su, par un ouvrier qui a travaillé à ce fort, que l'enceinte du camp était de forme ovale, sans fossés, que le vallum était composé de pierrailles et que des restes de foyers se voyaient tout le long. Liénard, dans son livre intitulé *Archéologie de la Meuse*, en a donné le plan (2).

M. le Dr CAPITAN

Professeur à l'École d'Anthropologie de Paris.

NOTE PRÉALABLE SUR DES FOUILLES EXÉCUTÉES AU PUY-COURNY

— Séance du 13 septembre —

La question de l'industrie tertiaire a généralement été discutée au moyen d'arguments le plus ordinairement théoriques. Si la stratigraphie en a été bien faite, le point de vue industriel n'a été étudié que sur un nombre de documents tout à fait insuffisant. C'est pour essayer de combler cette lacune, et en me basant exclusivement sur l'examen de pièces sûres comme provenance, que j'ai examiné avec le plus grand soin plusieurs milliers de silex recueillis à Thenay par mon ami et collègue Mahoudeau dans les couches mêmes oligocènes, étudiées par l'abbé Bourgeois. Les

(1) C'est la même couche qui doit se prolonger jusqu'à la cote 317 ; elle a été coupée en deux par la Meuse.

(2) Une note de M. J. de Beaupré, que je tiens à remercier ici des renseignements qu'il a eu l'obligeance de me donner, m'apprend que M. le Dr Ballet, médecin-major au 8e régiment de cuirassiers, a publié une *Note sur les Roches de Saint-Mihiel considérées au point de vue anthéhistorique.*

fouilles pratiquées l'automne dernier ont été entreprises au moyen des fonds du legs Girard attribués à l'École d'Anthropologie par l'Association française pour l'Avancement des Sciences. Nous en avons publié le résultat dans la *Revue de l'École d'Anthropologie*. J'ai cru pouvoir conclure de mes observations qu'il était impossible de reconnaître des preuves évidentes de travail intentionnel sur les silex de Thenay, tandis que d'autre part M. Carnot, directeur de l'École des Mines, après examen pratiqué dans son laboratoire, nous affirmait que les silex considérés comme brûlés n'avaient jamais été soumis à l'action du feu.

Mais il est un autre gisement classique en France, celui du Puy-Courny, près Aurillac (Cantal), signalé par Rames. La couche sableuse où se trouvent les silex est considérée par les géologues les plus compétents, tel que M. Boule, comme tortonienne (étage miocène), mais ayant subi l'action puissante des tufs volcaniques (trapps) sur lesquels elle repose.

Quant aux silex peu nombreux jusqu'ici recueillis, ils ont été considérés, dès l'origine, par G. de Mortillet, comme étant indiscutablement taillés et au contraire comme purement naturels par la majorité des préhistoriens et presque tous les géologues.

Rames n'avait jamais fait de fouille sérieuse au Puy-Courny; le Dr Chibret, d'Aurillac, avait creusé quelques excavations et recueilli des séries de silex qu'il avait envoyés à M. de Quatrefages. Il y a deux ans, j'avais pratiqué avec le Dr Chibret une petite fouille qui m'avait fourni quelques pièces que j'exposai à notre exposition des monuments mégalithiques et d'archéologie préhistorique au Trocadéro, durant l'Exposition de 1900. Je considérais donc, comme le corollaire nécessaire de nos observations sur les silex de Thenay. une étude sérieuse de ceux du Puy-Courny, étude faite sans aucun parti pris, avec le seul souci de noter les observations impartiales fournies par l'examen de nombreuses pièces que donnerait sans doute une fouille importante dont je préparerai dès cet hiver la réalisation pour l'été.

Au mois de juillet dernier, M. A. de Mortillet exécuta une petite fouille à l'endroit même où j'avais fouillé, sur les indications et avec le concours du Dr Chibret, deux ans auparavant. Je viens le mois dernier (août) de reprendre cette fouille au moyen des fonds du legs Girard et avec le concours dévoué de MM. Chibret et Picard.

C'est pour cela que je considère comme un devoir de communiquer à la Section d'Anthropologie de l'Association les premiers résultats de ces fouilles.

J'ai employé trois ouvriers pendant huit jours, ce qui m'a permis, malgré un assez long travail de découvert (basalte éboulé), d'étudier une surface d'environ dix mètres carrés de la couche sableuse qui contient les silex, correspondant à environ six mètres cubes de cette couche. Les silex recueillis s'élèvent à plusieurs centaines, depuis de gros blocs jusqu'à de-

minuscules éclats. Ils étaient disséminés dans la couche, rarement il y en avait deux ou trois contigus. Les uns sont nettement roulés ou usés, les autres ne le sont pas. Ils sont tous patinés, quelquefois la patine est fort épaisse.

Un certain nombre sont sous forme de rognons, d'autres brisés simplement. On trouve par places et quelquefois presque en amas des blocs de silex de dimensions très variées et pouvant même peser plusieurs kilogrammes. Ils sont généralement aplatis et présentent presque toujours des éclatements sur les bords. Quelquefois on peut y voir la trace de longs éclats étroits, de plusieurs centimètres de longueur, placés deux ou trois à côté l'un de l'autre. Ils ont absolument l'aspect de certains nucléi paléolithiques. Quelques-uns de ces blocs plats se terminent en pointe, les deux côtés de la pointe présentant des éclatements qui existent souvent d'un côté sur une face et de l'autre sur la face opposée du silex.

J'ai recueilli aussi plusieurs blocs ayant environ le volume du poing et un peu moins, présentant des facettes irrégulières qui leur donnent une forme identique à celle des outils nucléiformes de Salmon, si communs dans tous les gisements depuis le moustérien. Quelques-unes de ces pièces présentent des étoilures avec départ de petits éclats très analogues à celles qu'on observe sur les percuteurs.

Parmi les pièces plus petites de 10 centimètres à 2 centimètres de longueur environ, presque toutes sont simplement brisées sans trace de bulbe; quelques-unes, très rares d'ailleurs, ont un bulbe de percussion beaucoup moins saillant et arrondi que les bulbes classiques, mais plus conique et se rapprochant de la forme résultant d'un choc presque perpendiculaire au plan de frappe et non oblique.

Il existe une série de formes se répétant de la façon la plus nette, le plus souvent semblant résulter de l'adaptation d'un fragment de silex brisé à un usage déterminé au moyen de retouches sur les bords, retouches qui ne paraissent pas douteuses, ces mêmes bords portant également des traces d'éclatement comme ceux pouvant résulter de l'usage ou de chocs adventices. Ces deux ordres de traces peuvent en général se distinguer aisément sur ces points.

On peut ainsi reconnaître des pointes; une de mes pièces a absolument l'aspect d'une pointe du Moustier, dont un seul bord paraît façonné, l'autre étant constitué par le bord naturel du silex brisé et encore recouvert de cortex. Une autre est formée d'un fragment pointu brisé au milieu du bloc de silex. La pointe porte d'un côté de fines retouches, de l'autre il n'en existe qu'à la partie moyenne; à la base il s'en trouve aussi. Une autre encore a d'un côté de la pointe des retouches du dessous sur le dessus de la pièce et inverses de l'autre côté : du dessus au dessous de la pièce, ainsi qu'on l'observe sur beaucoup de perçoirs classiques. Une

pièce est identique aux perçoirs obtus, dits tarauds, avec retouches tout autour. Il existe de ces pièces pointues fort petites et comme nous l'avons dit plus haut, il en est aussi de beaucoup plus volumineuses, mais répondant au même type.

Toute une série de pièces sont identiques aux racloirs moustériens. Elles sont formées d'un morceau de silex brisé recouvert plus ou moins complètement de son cortex d'un côté et épais, tandis que le bord opposé, généralement peu épais, présente soit de vraies retouches souvent régulières, quelquefois sous forme de petites empreintes étroites et allongées placées côte à côte, soit des traces d'usure ou d'éclatement. D'autres pièces présentent des encoches très nettement accusées. On peut voir sur la même pièce une encoche et une pointe soit contiguës soit opposées. Une lame de 6 à 7 centimètres avec nombreux éclatements sur les bords présente à son extrémité l'aspect d'un grattoir. Quelques pièces avec usure des bords sont identiques à des pièces d'usage que nous avons recueillies jadis dans notre foyer du Campigny avec Salmon et d'Ault du Mesnil.

Je ne puis insister davantage sur toutes ces pièces qui seront minutieusement étudiées et décrites dans un travail ultérieur. J'ai tenu simplement à donner l'impression que m'a produite l'examen de ces silex pratiqué en toute liberté d'esprit, faisant abstraction complète de tout ce qui avait été dit et écrit sur ce sujet. Je dois dire d'ailleurs que mon étonnement avait été extrême dès l'extraction des premières pièces que j'avais faite il y a deux ans. J'avais toujours réservé cette question, par exemple dans mon cours de 1899-1900.

Dans les fouilles actuelles, je suis allé de surprise en surprise et j'avoue que si je n'avais pas extrait moi-même ou vu extraire devant moi d'aussi nombreuses pièces dont bon nombre bien caractérisées, je n'aurais pu y croire.

Je suis convaincu que cette impression d'étonnement profond sera partagée par le plus grand nombre des préhistoriens et, je crois, s'accompagnera d'incrédulité absolue chez beaucoup, surtout chez les géologues. Je crois qu'il leur suffira d'examiner des séries nombreuses sans aucun parti pris. Ce n'est qu'ensuite, d'ailleurs, qu'ils pourront valablement discuter.

Reste la question stratigraphique. Jusqu'ici les géologues sont très affirmatifs, mais M. Boule, qui est le géologue connaissant le mieux la région, considère la stratigraphie du Puy-Courny comme très complexe. Ce point n'est donc pas encore complètement élucidé. Quant à la paléontologie, nous n'avons pu recueillir que quelques fragments d'os indéterminables. Plus heureux que nous, M. Aymar, cherchant dans la couche entre les fouilles de M. de Mortillet et les nôtres a recueilli deux dents d'hipparion.

En somme, la question mérite d'être reprise complètement ; j'ai pu

recueillir déjà un nombre suffisamment élevé de pièces paraissant présenter des caractères de taille intentionnelle, pour que le facteur hasard, possible lorsqu'il s'agit d'un petit nombre de pièces, puisse être éliminé. Au contraire la répétition des mêmes particularités et des mêmes formes constitue un puissant argument lorsqu'elles reproduisent des types connus avec des retouches ayant l'aspect généralement considéré comme caractéristique d'un travail intentionnel et qui sont tout à fait distinctes des retailles dues à des causes naturelles. Gabriel de Mortillet avait d'ailleurs, dès l'origine, fait les mêmes observations, passibles toutefois à ce moment de la grave objection résultant de l'insuffisance du nombre des pièces.

Il va de soi que le soin apporté aux fouilles (la plupart des pièces ayant été dégagées par moi-même), permet d'éliminer la cause d'erreur résultant des coups de pioche. La patine des silex rend d'ailleurs la distinction facile.

La démonstration *absolue* du travail intentionnel des silex du Puy-Courny n'est peut-être pas encore faite, mais en tous cas il me semble résulter de mes observations qu'il y a de réelles présomptions en faveur de l'existence d'un travail voulu ayant donné naissance à une primitive instrumentation constituée par ces silex.

En tout cas, je tenais particulièrement à présenter à la Section d'Anthropologie de l'Association le premier résultat de nos recherches qui ont fourni un nombre suffisant de pièces pour que la question puisse se poser d'une façon nette et déjà se discuter au moyen d'observations valables.

M. le Dr Henry GIRARD

Médecin de la Marine, Professeur à l'École de Médecine Navale de Toulon.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES PROPORTIONS DU TRONC CHEZ LES JAUNES ET CHEZ LES NOIRS [573.6]

— Séance du 13 septembre —

Déjà, dans des communications antérieures, nous nous étions appliqué à traduire, sous forme de courtes notes, les principaux résultats que des recherches anthropométriques nous avaient fournis sur quelques races du nord-est de l'Indo-Chine et certaines variétés nigritiques.

Nous nous étions attaché alors à faire surtout ressortir les particularités les plus importantes qui concernaient la tête, remettant l'examen des grandes proportions somatiques à un travail plus complet en ce qui avait trait aux *Jaunes* en particulier. Aujourd'hui, nous voudrions, dans ce peti t Mémoire, insister de préférence sur le *tronc*, et essayer de montrer s'il es possible, soit d'après ses propres variations, soit d'après celles qui attei-gnent les plus importants parmi ses diamètres, de découvrir des éléments susceptibles, non pas tant d'apporter une définition nouvelle, que de procurer un appoint destiné à faciliter la description et la mise en place dans la série humaine des divers types dont nous nous sommes occupés jusqu'ici.

Assurément, les données qui forment la matière de cette nouvelle contribution présentent un total un peu mesquin, relativement au titre sous lequel nous venons les inscrire, elles, ainsi que les rapports ou indices assez variés qu'elles nous ont permis d'établir.

Cependant, après calculs faits, il nous a semblé, malgré la faiblesse numérique de leurs composants, qu'il se dégageait de l'ensemble, des singularités dont la concordance avec des faits jadis observés méritait quelque attention, en même temps que de curieuses irrégularités, trop apparentes entre séries provenant d'un groupement identique, prenaient quelque valeur et demandaient un rudiment d'analyse.

Notre étude porte sur des *Jaunes* et sur des *Noirs*. Les *Jaunes*, de beaucoup les plus nombreux, constituent un mélange des plus complexes, où se heurtent des *Chinois* originaires du *Kouang-Si*, du *Kouang-ton* et de la baie de *Quan-Tchéou-Wan*, des *Tonkinois*, des *Thos* provenant des hautes vallées tonkinoises, des *Méos* et des *Mans* des régions montueuses et enfin des *Annamites* de Cochinchine.

Les *Nègres* forment un groupe non moins disparate : des *Anthropophages* de l'Afrique équatoriale, *Yakomas* et *Bougous*, y coudoient des *Nilotiques*, des *Soudanais occidentaux*, des *Sénégambiens* (Malinkés, Bambaras, Sarracolais, Yoloff, etc.), l'occasion y amène même un naturel des rives Erythréennes.

Nous avons fait connaître ailleurs les caractères essentiels qui ressortaient de la taille, du crâne, de la face et du nez ; Chinois à taille inférieure à la moyenne mais relativement élevée pour des Jaunes, à tendance dolichocéphale, à mésorhinie médiocre, Méos et Mans partageant la même signalétique, Thos, Tonkinois, Cochinchinois petits de taille, surtout brachycéphales et mésorhiniens prononcés, populations soudaniennes, très hautes de taille, dolichocéphales pures, platyrhiniennes, tribus de l'Oubanghi ayant une taille moyenne et se distinguant par un indice plutôt brachycéphale et une ultra platyrhinie des plus fortes.

Il nous reste maintenant vis-à-vis des mêmes exotiques à produire les faits spéciaux que la revue des mesures du tronc et du thorax permet

encore de dégager et à provoquer, sur cette base secondaire, au sujet de ces variétés noires ou jaunes, un complément de différenciation, si toutefois les chiffres veulent bien nous en faciliter les moyens.

En d'intéressants mémoires, Topinard, Féré et Collignon (1) ont traité à des points de vue bien différents la question du tronc et de ses dimensions transversales. Les investigations menées à plusieurs reprises avec autant de sûreté que de méthode par le dernier de ces observateurs, ont surtout contribué à rendre presque indiscutable le rôle joué vis-à-vis du tronc par la taille comme par la race : on ne saurait plus contester dans les variations qui atteignent ses diamètres une influence qui s'accuse en des sens bien opposés, sinon entre les grandes branches de l'humanité, du moins en leurs multiples descendances et qui déciderait peut-être à mettre désormais en œuvre des caractères par trop négligés et cependant excellents.

Il est aussi hors de doute actuellement que le tronc, considéré dans sa hauteur, soit la partie du corps la moins accessible aux changements de taille, tandis que la race lui imprime, par contre, des modifications très nettes, imprévues parfois à considérer leur orientation, mais toujours caractéristiques, à s'en tenir à la note brute qui s'en échappe.

Pour ce qui concerne le thorax, les documents que nous pouvons utiliser sont des plus rares (2). Ils ont pourtant, eux aussi, à côté des particularités physiologiques, une importance indéniable ; c'est là également un terrain neuf sur lequel il serait loisible de dépister des divergences de second ordre, divergences qui assurément ne représenteraient point des quantités négligeables, s'il s'agissait pour les innombrables races qui peuplent les divers continents, d'un classement serré et d'une répartition minutieusement précise sur l'échelle humaine.

Quoi qu'il en soit, nous ne saurions dans une étude analogue et à propos de notre contingent jaune et noir, suivre de meilleurs guides que ceux dont nous venons de citer les noms et chercher ailleurs que dans leurs productions des termes comparables d'une plus scrupuleuse exactitude.

Nous ne pouvons donc mieux faire pour l'instant que de nous conformer aux indications formulées, avec toute autorité, par ces devanciers et procéder, selon leurs principes, à l'examen de mesures dont des troncs et des thorax assurément fort bigarrés, nous ont fourni une certaine provision.

(1) Topinard. Études anthropométriques sur le Tronc. *Revue d'Anthropologie*, 1880. — Proportions du Tronc. Éléments d'Anthropologie générale, page 1065 et suiv.

Féré. Comparaison des diamètres bi-trochantérien et bi-iliaque. *Revue d'Anthropologie*, 1880.

Collignon. Étude anthropométrique élémentaire des principales races de France. *Bull. Soc. Anthropologie*, 1883. — Les proportions du tronc chez les Français. *L'Anthropologie*, 1893.

Statistiques américaines :

(2) Goldstein. Des circonférences du thorax et de leur rapport à la taille. *Revue d'Anthropologie*, 1884.

Féré et Perruchet. Circonférences thoraciques et capacités vitales chez les épileptiques.

Collignon. *Loco citato*. Mesures propres du thorax, page 253.

I

MESURES DU TRONC

Dans cette catégorie, nous avons à faire rentrer la longueur et les diamètres transverses supérieurs et inférieurs du tronc, c'est-à-dire cinq mesures ainsi définies :

1° *Hauteur totale* mesurée en projection de la fourchette sternale au siège, le sujet étant dans l'attitude assise ;

2° *Diamètre bi-acromial* ou largeur minima des épaules (prise en dehors des angles de l'acromion) ;

3° *Diamètre bi-huméral* ou largeur maxima des épaules (au niveau des têtes humérales) ;

4° *Diamètre bi-iliaque* ou largeur maxima du bassin (à la hauteur des crêtes iliaques) ;

5° *Diamètre bi-trochantérien* ou largeur maxima des hanches (en dehors des trochanters).

Donnons d'abord ces mesures avec leur valeur intrinsèque, joignons-y les principales données (indice céphalique, indice nasal et taille) qui nous ont déjà servi dans la détermination des races auxquelles elles appartiennent et voyons, avant de les rapporter aux modules généralement adoptés, quelles remarques s'imposent à une première lecture.

MESURES BRUTES DU TRONC

NOMBRE DE SUJETS	RACES	INDICES		TAILLE	TRONC	DIAMÈTRES DU TRONC			
		Céphal.	Nasal			Bi-acromial	Bi-huméral	Bi-iliaque	Bi-trochantérien
	JAUNES								
80	Tonkinois	82,62	»	1,588	54,7	35,8	39,5	26,2	29,6
12	Thos	82,33	85,14	1,582	54,6	35,1	37,3	25,3	20,0
10	Chinois Kouang-Si	79,52	82.98	1,614	54,6	34,3	»	27,5	»
9	— Kouang-Ton	»	»	1,642	54,9	»	»	»	»
56	— Quan-tchéou-Wan	»	»	1,619	55,1	»	»	»	»
12	Nungs	50,51	83,94	1,595	54,5	34,1	42,8	25,9	28,4
17	Méos	75,86	79,10	1,540	53,3	33,9	43,4	25,5	27,3
100	Cochinchinois	83,3	83,3	1,589	54,62	»	»	»	»
30	Mans	79,14	83,52	1,607	55,8	36,6	39,7	27,8	29,8
	NOIRS								
34	Yaccomas	79,43	106,18	1,640	54,8	33,9	40,6	26,4	29,2
4	Bougous	73,71	119.19	1,687	55,8	34,7	41,8	28,7	31,2
30	Soudanais occidentaux	73,60	101,10	1,715	56,0	36,4	41,7	25;1	29,6
1	Dankali	77,89	75,00	1,760	60,1	39,5	43,7	26,2	33,7
3	Denka	69,27	91,4	1,775	56,3	35,9	39,7	26,1	30,8

Si l'usage qu'on fait des chiffres bruts est à la vérité fort complexe et ouvre la voie aux indications les plus variées et les plus sûres, il n'en va pas ainsi pour leur emploi direct dont on ne saurait escompter que des avantages excessivements modérés.

Cependant ils ont parfois quelque signification et si limité que soit le champ d'examen sur un tableau tel que celui qui précède, il est encore facile d'y rencontrer des indications suffisamment précises pour qu'elles s'imposent à l'attention et méritent d'être retenues. Pour en donner une preuve, nous n'avons par exemple qu'a rapprocher les écarts de taille et de tronc qui dérivent des grandes variétés, Jaunes et Noires, puis ceux qui s'appliquent aux peuplades isolées, à opposer entre elles toutes les autres mesures et à mettre en regard les notions que l'anthropométrie a déjà acquises sur l'élément blanc.

A tabler sur les faibles moyennes fournies globalement par les Jaunes (taille = 1^{m},596) et par les Noirs (taille = 1^{m},680), il est incontestable que pour un écart de 84 millimètres entre les deux couleurs, celui (0^{m},0092) tiré des hauteurs moyennes du tronc est à peine sensible (jaunes = 54.61 ; noirs = 55.53). De même si on nous autorise à faire abstraction du Danakil, on constatera que dans les types les plus distants, par la qualité comme par la taille, Méos (taille = 1^{m},540) et Dinkas (taille = 1^{m},775) il est entre les écarts du tronc (Méos = 53,3 ; Dinkas = 56,3) et de la taille (écart tronc = 0^{m},03 ; écart taille = 0^{m},235) une disproportion énorme. Et ceci est d'une réalité rigoureuse pour toutes les séries considérées dans leur groupement respectif ; c'est ainsi que chez les Soudanais (taille = 1^{m},715 : tronc = 56,0) et les Yakomas (taille = 1^{m},640 : tronc = 54,8) aux troncs presque égaux on ne peut opposer qu'une différence de 0^{m},012 à celle autrement étendue (0^{m},075) qui s'intercale dans leur stature.

Chez les Jaunes enfin, à l'écart maximum de taille observé (0^{m},100) entre Méos (taille = 1^{m},540) et Chinois de Kouang-ton (taille 1^{m},640), le tronc répond par celui de 0^{m},016 (Méos = 53,3 ; Chinois = 54,9) qui relativement est encore inférieur de beaucoup au précédent. D'une manière générale, quelles que soient les variantes enregistrées à propos de la taille, l'invariabilité du tronc est le fait le plus constant noté dans nos séries jaunes ; on peut du reste s'en rendre compte par le dispositif suivant :

Groupe indo-chinois.	Taille.	Différences.	Tronc.	Différences.
Tonkinois.	1,588	»	54,7	»
Cochinchinois.	1,589	+ 0,001	54,6	— 0,001
Thos.	1,582	— 0,007	54,6	— 0,001
Nungs	1,595	— 0,013	54,5	— 0,002

Groupe chinois.	Taille.	Différences.	Tronc.	Différences.
Chinois du Kouangton	1,642	»	54,9	»
— de Quan-Tchéou-Wan .	1,619	— 0,023	55,1	+ 0,002
— du Kouang-Si	1,614	— 0,028	54,6	— 0,003

Il est là toutefois de singulières exceptions sur lesquelles nous tenons à nous arrêter.

Nous voyons en effet que les Nungs, malgré une légère supériorité de taille, ont par contre une faible déficience du tronc vis-à-vis des échantillons annamites auprès desquels nous les avons placés; c'est là un fait important à enregistrer, car il indique bien ce qu'au point de vue sériaire on peut attendre de certaines variations de ce segment; entre races jaunes il y aurait donc pour une taille à peu près identique des oscillations (±) du tronc, qui représenteraient de véritables signes différentiels.

En second lieu, il est entre les divers Chinois des chiffres tellement paradoxaux qu'on ne peut les laisser passer sans explication. Regardons, en effet, la graduation de la taille et en face celle du tronc; l'infériorité du tronc, que d'une part, malgré un léger excès de taille moyenne, on trouve chez les Chinois du Kouang-Si ou du Kouang-ton et leurs congénères mesurés aux approches de la baie de Quan-Tchéou-Wan, de l'autre ses variations incontestablement orientées pour les premiers vers les moyennes données par les Annamites, ne trouveraient-elles pas leur origine dans des conditions spéciales sur lesquelles nous avons insisté jadis? Ne constitueraient-elles pas une nouvelle forme d'arguments en faveur d'une idée que nous avions émise quand nous passions en revue les indices céphaliques du Nord-Est de l'Indo-Chine et que nous tentions des rapprochements entre gens habitant les confins sino-tonkinois?

Nous avons en effet noté alors l'influence prépondérante que l'élément indo-chinois semblait exercer aux dépens de la taille et des indices céphalique et nasal. En serait-il de même en ce qui se rapporte à la longueur du tronc? Les chiffres que nous avons cités plus haut sembleraient du moins l'indiquer. Et en ce cas, ceux-ci, au lieu de paraître une contradiction, voire même d'être rapportés à une erreur de technique, vis-à-vis de ceux de Quan-Tchéou-Wan, auraient une raison d'être parfaitement valable, et ne seraient qu'une confirmation de notre ancienne manière de voir.

Quant aux races qualifiées *préchinoises* dont sous le nom de *Mans*, nous avons confondu plusieurs spécimens peut-être fort différents, le tronc qu'elles accusent (55,8) vis-à-vis d'une taille = 1^m,607 ne peut manquer d'être accepté pour elles comme un bon caractère de différenciation.

Si nous ajoutons aux remarques précédentes que dans les races blanches où nous prenons pour type le mélange de 210 Français que Collignon a si

judicieusement analysés, la hauteur du tronc 56,3 correspond à une taille de $1^m,640$, nous aurons une fois de plus vérifié la surprenante fixité de cette longueur, tout en entrevoyant, étant données les relations précises qui existent entre taille et tronc, des divergences absolument caractéristiques pour les trois grandes catégories humaines que nous venons d'opposer.

Ainsi les chiffres que nous apportons ne peuvent donc que vérifier les données primitivement acquises. Loin de suivre une progression mathématique réglée sur les modifications de la taille, le tronc subirait des variations tellement modérées que l'influence de cette dernière serait plutôt médiocre. A la vérité, au sens absolu du mot, il n'aurait pas une stabilité parfaite; du moins devrait-il être accepté comme la partie la moins variable du canon humain, si on veut bien s'en tenir aux recherches qui ont précédé les nôtres et s'en référer au tableau que nous avons dressé plus haut. Cette constatation a son importance quand on songe aux défectuosités inhérentes au choix de la taille prise comme terme de comparaison entre les divers segments du corps.

Il serait en effet fort difficile avec elle d'expliquer telle variation qui, intervertissant les rapports parmi les races, fait par exemple que pour une même taille on trouve des troncs fort différents de longueur et qu'ailleurs, par contre, entre deux tailles à écart énorme, la plus grande ait pour répondant le tronc le plus petit.

Nous ne nous arrêterons pas ici sur les différences qu'on pourrait relever entre les diamètres transversaux; bien que les écarts extrêmes qu'ils accusent ne soient pas considérables (0,003 et 0,027) ce n'est pas tant sur leur valeur brute qu'il convient de les juger que sur des inégalités non corrélatives de la taille et de plus, fort variables, selon les séries. En outre pour comprendre celles-ci et en déduire des choses rationnelles, il est préférable de consulter les rapports qui permettent de déchiffrer et de transcrire plus aisément toutes les particularités qui appartiennent à ce genre de mensuration.

C'est d'ailleurs la règle que nous allons désormais adopter dans notre revue générale du tronc. Au tableau des chiffres bruts dont la valeur, comme on vient de le constater, est surtout relative, nous donnerons un pendant où la traduction de ces chiffres en indices va nous permettre de serrer au plus près les diverses variations, d'établir les comparaisons nécessaires et d'apprécier la valeur absolue des mesures qui forment le fond de ce petit travail.

MESURES DU TRONC ET LEURS RAPPORTS A LA TAILLE ET AU TRONC

NOMBRE DE SUJETS	RACES	TAILLE MOYENNE	MESURES BRUTES					RAPPORT A TAILLE = 100					RAPPORT A TRONC = 100			
			HAUTEUR du tronc	DIAMÈTRES TRANSVERSAUX				HAUTEUR du tronc	DIAMÈTRES TRANSVERSAUX				DIAMÈTRES TRANSVERSAUX			
				Acromial	Huméral	Iliaque	Tro-chantérien		Acromial	Huméral	Iliaque	Tro-chantérien	Acromial	Huméral	Iliaque	Tro-chantérien
	JAUNES															
80	Tonkinois	1.580	0.547	0.358	0.395	0.262	0.296	341	22.5	24.6	16.4	18.6	65.2	72.2	47.8	54.1
3	Méos	1.540	0.533	0.339	0.434	0.255	0.273	346.1	22.07	28.1	16.5	17.7	63.6	81.4	47.8	51.2
28	Thos	1.582	0.546	0.351	0.373	0.253	0.290	346	22.2	23.6	16.0	18.4	64.2	68.3	46.3	53.1
12	Nungs	1.594	0.545	0.341	0.428	0.259	0.284	351	21.4	27.4	16.6	18.1	62.5	78.5	47.5	52.1
30	Mans	1.607	0.558	0.366	0.397	0.278	0.298	345	22.7	24.7	17.2	18.5	65.5	71.1	49.8	53.4
10	Chinois (Kouang-Si)	1.614	0.546	0.343	»	0.275	»	338	21.2	»	17.0	»	62.8	»	50.3	»
9	Chinois (Kouang-ton)	»	0.549	»	»	»	»	334	»	»	»	»	»	»	»	»
100	Cochinchinois	1.589	0.542	»	»	»	»	341	»	»	»	»	»	»	»	»
	NOIRS															
30	Yakomas	1.640	0.548	0.339	0.406	0.264	0.292	334.1	20.07	24.7	16.01	17.6	61.8	74.0	48.1	53.2
80	Soudanais	1.715	0.560	0.364	0.417	0.251	0.290	326	21.2	24.5	14.55	17.03	66.0	74.4	44.8	51.7
1	Danakil	1.760	0.601	0.395	0.437	0.262	0.337	341	22.4	24.8	14.8	19.0	65.8	72.7	43.5	56.7
4	Bougous	1.687	0.558	0.347	0.418	0.287	0.312	330.7	20.56	24.77	17.0	18.4	62.1	74.9	51.4	55.9
3	Dinkas	1.775	0.563	0.359	0.397	0.261	0.308	314	20.3	22.3	14.6	17.2	63.7	70.5	46.3	54.7
210	Français (Collignon)	1.604	0.563	3.350	0.404	0.278	0.314	343.6	20.3	24.63	16.99	19.16	59.16	71.67	49.46	55.74

Pour nous conformer à la pratique courante nous avons commencé par prendre pour terme comparable la mesure la plus communément utilisée, la taille : ce mode n'est évidemment pas à l'abri de toute critique, les modifications que la taille est capable d'imprimer dans certaines limites aux proportions individuelles, l'action qu'exerce sur elle les variations de longueur des membres inférieurs et enfin la réduction importante — 40 0/0 d'après Collignon — qu'elle impose aux indices qu'elle contribue à former peuvent jusqu'à un certain point gêner l'interprétation de ceux-ci. Cependant son application est trop facile et son emploi trop général pour qu'on puisse le négliger.

« Le tronc, dit Topinard, quelle que soit la façon de le mesurer, pourvu qu'on ne le compare qu'avec des mensurations de même sorte, est plus long d'une manière générale dans les races jaunes, plus court dans les races nègres et intermédiaire dans les races blanches, mais dans chacun de ces embranchements se rencontrent des types exceptionnels qui contrarient la règle. »

A parcourir la liste de nos indices, nous ne voyons aucune objection à faire au principe posé par cet éminent maître. Que l'on parcoure la série noire ou que l'on détaille la série jaune en mettant encore ici de côté, et pour cause, l'unique Danakil, nous ne voyons aucun rapport dont le degré puisse constituer une exception. Le tronc (taille = 100) varie entre 33,4 (Chinois du Kouang-Si) et 35,1 (Nungs) pour les Jaunes, il oscille chez le noir de 31,40 (Dinkas) à 33,4 (Yakomas), c'est dire que chez le jaune il présenterait des proportions relativement exagérées, tandis que proportionnellement chez le nègre sa hauteur serait moindre, cependant que la moyenne (33,6) que nous empruntons pour les blancs montre que dans cette dernière race c'est le terme intermédiaire qui lui échoit. Constatons en passant la brièveté particulière du tronc chez le Chinois, le rappel d'un rapport presque commun dans deux séries prises isolément ne paraît pas devoir être mis ici sur le compte du hasard (Chinois Kouang-ton RT = 33,4 ; Chinois Kouang-Si RT = 33,4) ; notons aussi la concordance parfaite des indices dus aux Tonkinois (34,1) et aux Cochinchinois (34,1), et enfin le lien qui semble unir, sur cette base, Mans (34,5), Méos (34,6), Thos (34,6), Nungs (35,1). Pour les Noirs, nous nous contenterons de faire observer que ceux des régions soudaniennes (Soudanais RT = 32,6) paraissent avoir un tronc inférieur à celui des peuplades de l'Afrique équatoriale (Yakomas T = 33,4, Bougous T = 33,07).

Nous regrettons de ne pouvoir opposer nos résultats sur les Jaunes, à ceux de Mondière (1). Topinard, du reste, a déjà fait la critique de ces

(1) MONDIÈRE

Hommes annamites. .	Tronc (T = 100)	30,2.
Femmes — . .	—	31,7.
Cambodgiennes. . . .	—	30,9.
Chinoises.	—	32,9.
Minh-Huongs	—	33,1.

derniers qui détonent tellement dans le milieu jaune, qu'on est autorisé à soupçonner un défaut quelconque dans le relevé technique. Pour ce qui est des Noirs, il n'est aucune contestation possible, toutes les listes dressées par les anthropologistes sont unanimes pour définir le rang qui leur revient dans ce classement secondaire.

D'après Topinard, le tronc serait relativement plus petit chez la femme. Le hasard des circonstances ayant mêlé à nos notes deux petites séries féminines, appartenant aux Nungs et aux Méos, nous n'aurions garde de les négliger ici, les rapports qu'elles nous donnent sont d'ailleurs conformes à ces prévisions :

15 Femmes Nungs, tronc (taille = 100) : 34,7 ;

10 Femmes Méos, tronc (taille = 100) : 34,5.

Si nous nous tournons maintenant vers les dimensions transversales (taille = 100), ainsi que les diamètres bruts les laissaient prévoir, nous rencontrons entre les trois grandes races précitées des différences non moins caractéristiques et non moins précieuses, par conséquent, à conserver que celles dont le tronc nous a permis le décompte. Considérons en effet l'épaule représentée par les rapports bi-acromial et bi-huméral ; à s'en rapporter à nos chiffres, les Jaunes brachycéphales, petits de taille et très hauts de tronc, paraîtraient détenir les plus larges épaules au double sens acromial et huméral : (bi-acromial = 23,03 ; bi-huméral = 25,7), tandis que les plus étroites seraient le partage des Français (bi-acromial = 20,33 ; bi-huméral = 24,63), les Nègres prenant place entre les deux (bi-acromial = 21,02 ; bi-huméral = 24,21).

Parmi les Jaunes, ce sont les tribus dites préchinoises (bi-acromial = 22,7), qui ont l'expansion acromiale la plus développée, elle est par contre la plus faible chez les Chinois (bi-acromial = 21,20), d'où à côté du tronc, nouvelle preuve en faveur d'une distinction à établir entre Annamites-Chinois et races dites sauvages. Parmi les Noirs, d'autre part, la prépondérance de ce chef est réservée aux Soudanais (bi-acromial = 21,20).

Le rapport bi-huméral est l'objet de nombreuses variations chez les Jaunes ; mais devant certains écarts, nous doutons ici de sa valeur. Pour les Noirs, au contraire, il ressort nettement qu'entre Soudanais (bi-huméral = 24,5) et Équatoriaux, les proportions précédentes sont absolument inverses ; par l'élargissement bi-huméral, c'est le Yakoma qui reprend le dessus (24,7).

Il nous reste à parler du bassin et des hanches. Les oscillations du diamètre bi-iliaque nous promènent de 0,252 (Thos), à 0,287 (Bougous), celles du diamètre bi-trochantérien, de 0,273 (Méos) à 0,312 (Bougous). Mais que signifient ces moyennes à côté des rapports (T = 100)? Un regard sur les deux colonnes qui leur sont réservées nous montrera toute l'impor-

tance de ces données. Quelle inégalité entre races, par le bassin ! Une fois de plus, l'étroitesse de cet organe et le resserrement des hanches se comptent bien parmi les caractères les plus saillants du canon nègre. Mais, contrairement à ce qu'on serait en droit de supposer, l'exception la plus flagrante est le lot du Soudanais. — Qu'on nous permette aussi de faire observer que Chinois et Mans, au milieu des Jaunes, sont des mieux partagés et qu'ils apparaissent bien proches des Français, avec toutefois un bassin un tantinet plus large et des hanches plus étroites, si tant est que nos mesures et leurs résultats soient bien l'expression de la réalité.

Nous avons dit, au début de ces lignes, qu'il serait assurément plus logique de rapporter les dimensions du tronc à un module qui fût moins sujet à caution que la taille, à la fois juge et partie dans la question, pour rappeler une phrase bien expressive en l'occurrence. Pour éviter toute surprise, il faudrait qu'il fût d'abord presque invariable, ce qui est la condition essentielle d'un véritable étalon, et qu'ensuite sa longueur fût restreinte de façon que les écarts eussent une plus large marge. Mettant de côté la taille assise qui peut, elle aussi, subir quelques balancements par suite de variations qui atteignent la tête et le cou, nous arrivons au tronc lui-même, qui répond on ne peut mieux aux deux desidérata exprimés. L'emploi que nous en avons fait dans notre second tableau ne doit laisser aucun doute dans l'esprit au sujet de la valeur de ce dernier terme de comparaison.

On sait combien sont variés les points de repère destinés à déterminer la longueur du tronc : apophyse épineuse de la septième cervicale au sacrum en projection verticale (Carus) au coccyx (Novara), au périnée (statistiques américaines), fourchette sternale au plan ischiatique (Topinard). Cette multiplicité de modes opératoires ne laisse pas le champ libre aux comparaisons entre séries issues d'un tel mélange et l'on comprend qu'à défaut d'entente parmi les observateurs, le tronc comme module ait été jusqu'ici si peu mis à contribution dans les opérations anthropométriques.

Nous avons eu recours à la dernière des méthodes, et les résultats que nous avons obtenus sont, comme on peut le constater, des plus encourageants. Les différences qu'elle nous à permis de relever sont *presque toutes semblables* à celles qu'accusaient les rapports à la taille (= 100) et de plus elles portent sur des écarts encore plus appréciables, puisqu'au lieu de se limiter à une moyenne de 0,7 au maximum, comme dans les cas précédents, ceux-ci portent en grande partie sur des variations allant de 1 à 3 unités et même au delà. Nous devons faire cependant une restriction à propos de certaines interversions qui prouvent que dans la totalité des indices, quelques-uns de même genre ne sont pas exactement similaires.

Où gît la vérité ? Ce que nous connaissons des causes d'erreur dont est passible la taille, nous pousse à demander, nous aussi, s'il ne serait pas

plus logique de faire appel au tronc, comme terme fixe de comparaison, vis-à-vis de ses propres dimensions, ainsi que cela se pratique d'ailleurs pour les autres principaux segments du corps, à la condition, bien entendu, qu'il y eût accord définitif sur la prise de cette longueur.

A consulter les chiffres bruts, dans chaque série mise à part, l'augmentation des divers diamètres transversaux en chiffres absolus est corrélative de la taille, il s'agirait de savoir jusqu'à quel degré leur rapport se conforme à cette progression. Pour être fixé sur ce point, nous avons constitué dans quelques variétés jaunes et noires suffisantes par le nombre, deux groupes renfermant, l'un toutes les tailles inférieures à la moyenne de la série donnée, l'autre toutes les tailles dépassant cette moyenne. Le tableau qui suit nous montrera s'il n'est pas une loi d'une portée générale qui présiderait à ces modifications, ainsi que la démonstration en a déjà été faite pour d'autres races.

TAILLES		NOMBRE DE SUJETS	TAILLE moyenne	CHIFFRES BRUTS				TAILLE = 100			
				D Bi-acromial	D Bi-huméral	D Bi-iliaque	D Bi-trochantérien	D Bi-acromial	D Bi-huméral	D Bi-iliaque	D Bi-trochantérien
JAUNES											
hos . . .	Inférieures à 1m,582. . . .	14	1,547	35,8	39,7	26,1	29,3	24,4	25,6	16,8	18,9
	Supérieures à 1m,582 . . .	14	1,619	36,7	41,2	27,6	30,4	22,6	25,4	17,0	18,7
ans . . .	Inférieures à 1m,607 . . .	15	1,565	34,3	38,5	27,3	29,1	21,9	24,6	17,5	18,6
	Supérieures à 1m,607 . . .	15	1,652	37,8	40,6	28,1	30,8	22,8	24,5	17,0	18,6
onkinois.	Inférieures à 1m,588 . . .	45	1,547	35,5	39,1	26,0	29,5	22,9	25,2	16,8	19,0
	Supérieures à 1m,588 . . .	35	1,627	36,9	40,7	27,1	30,4	22,6	25,0	16,6	18,6
NOIRS											
akomas .	Inférieures à 1m,640 . . .	16	1,592	32,6	33,0	25,70	26,2	20,4	25,3	16,0	16,4
	Supérieures à 1m,640 . . .	14	1,696	33,9	41,0	26,9	28,0	19,9	24,1	15,8	15,9
udanais.	Inférieures à 1m,710 . . .	35	1,674	36,3	41,2	24,3	28,2	21,6	24,6	14,5	17,68
	Supérieures à 1m,710 . . .	47	1,786	37,3	42,5	25,7	29,9	21,4	23,4	14,3	16,

Les résultats de notre enquête sont donc entièrement conformes à d'autres observations et montrent bien que la taille ne gouverne pas d'une façon exclusive les variations des proportions transversales du tronc. Assurément, dans chacune des petites variétés jaunes ou noires, son influence se dénonce avec netteté, à cette particularité près cependant que, si en principe les chiffres absolus croissent avec la taille, leurs rapports proportionnels ne cessent de décroître, de telle sorte qu'épaules et bassin, tout

en augmentant positivement, se rétrécissent relativement à mesure que la stature augmente. Quant aux écarts entre les grands groupes, les caractères avec lesquels ils se présentent montrent qu'ils ne peuvent s'interpréter que comme des modifications ethniques, de sorte qu'on peut à bon droit étendre à des espèces nouvelles cette loi que Collignon le premier a eu le mérite de préciser : « Dans une race donnée, toutes les mesures du corps augmentent en longueur absolue et diminuent en longueur relative lorsque la taille s'élève et *vice-versa*. L'accroissement définitif et réel de la taille est presque entièrement lié à celui des membres inférieurs. »

Pour faire ressortir en bloc, c'est-à-dire entre les trois grandes branches Jaune, Noire et Blanche, les traits essentiels qui se détachent dans ce détail, nous croyons utile de fondre sous des étiquettes générales les résultats que nous avons obtenus partiellement. Peut-être sera-t-il ainsi plus facile de juger des particularités qui s'attachent à chacune d'elles et des différences basées sur les deux modules employés.

RAPPORT DES MOYENNES GÉNÉRALES AUX MODULES TAILLE ET TRONC

SUJETS	RACES	TRONC	DIAMÈTRES DU TRONC			
			Acromial	Huméral	Iliaque	Trochantérien
	TAILLE = 100					
253	Jaunes.	34,24	22,03	25,7	16,04	18,3
118	Noirs.	32,91	21,02	24,21	15,39	17,84
210	Français (Collignon)	34,36	20,33	24,63	16,99	19,16
	TRONC = 100					
253	Jaunes.	»	64,0	74,76	47,8	53,1
118	Noirs.	»	63,8	73,3	46,8	54,4
210	Français (Collignon).	»	59,16	71,67	49,46	55,74

II

INDICES TRANSVERSAUX DU TRONC

Comparées deux à deux les mesures transversales du tronc peuvent produire certains indices dont l'utilisation conduirait à des applications non moins utiles qu'intéressantes. Trop négligé jusqu'à ce jour, ce mode

d'investigation a pourtant donné à Topinard et à Bertillon surtout, des renseignements d'une valeur incontestable. Aussi, dans un travail de cette nature, était-il tout indiqué pour nous de tirer parti de cette façon d'envisager les diverses expansions du tronc et de marcher sur ses indications à la recherche de quelques signes différentiels normaux.

Les formules auxquelles nous avons eu recours sont les suivantes : Indice acromio-huméral et ilio-trochantérien. I. Acromio-iliaque et acromio-trochantérien. I. Huméro-iliaque et huméro-trochantérien.

Le tableau ci-dessous, où nous avons multiplié les détails avec intention, montrera ce qu'on doit attendre de cet autre genre de rapports.

INDICES TRANSVERSAUX DU TRONC

NOMBRE DE SUJETS	RACES	BI-ILIAQUE / BI-TROCHANTÉRIEN	BI-ACROMIAL / BI-HUMÉRAL	BI-ILIAQUE / BI-ACROMIAL	BI-TROCHANTÉRIEN / BI-ACROMIAL	BI-ILIAQUE / BI-HUMÉRAL	BI-TROCHANTÉRIEN / BI-HUMÉRAL
	JAUNES						
80	Tonkinois	88,51	90,63	73,18	82,68	66,32	74,93
30	Mans	93,37	91,92	75,49	80,84	63,35	67,84
17	Méos	93,40	78,11	75,22	80,53	58,75	62,90
12	Thos	87,24	94,10	72,07	82,62	67,82	77,74
12	Nungs	91,19	79,67	75,92	83,28	60,51	66,35
10	Chinois (Kouang-Si)	90,79	86,98	80,17	81,90	63,35	69,90
	NÈGRES						
36	Yakomas	90,41	83,49	77,87	86,13	65,02	71,92
30	Soudanais	86,66	86,70	68,76	81,09	60,04	70,81
4	Bougous	91,98	83,01	82,70	89,91	68,66	74,64
3	Dinkas	84,74	90,42	72,70	85,79	65,74	77,58
1	Dinkali	88,44	85,90	75,50	85,70	62,70	73,7
37	Malinkés	86,15	87,32	66,93	77,68	58,45	67,83
25	Bambaras	87,76	84,92	70,70	80,56	60,04	68,42
20	Foulahs	86,10	88,02	68,95	80,10	60,71	70,51
7	Toucouleurs	87,07	88,37	70,13	80,54	61,98	71,18
4	Kassonkés	84,10	87,29	68,95	82,96	60,19	72,42
2	Yoloffs	91,22	81,44	76,92	84,31	62,65	68,67
2	Senefos	89,70	84,71	71,61	79,84	60,67	67,64
1	Mandingues	87,07	86,51	68,81	79,03	59,53	68,37
1	Timenés	83,87	83,25	71,62	85,39	59,63	71,10
5	Sarracolais	78,16	87,20	67,11	85,86	58,53	74,88

La comparaison des mesures des épaules et celle du bassin l'une à l'autre conduit d'après les moyennes générales aux sériations suivantes :

Indice acromio-huméral.	—	Noirs	90,70
—	—	Jaunes.	88,44
—	—	Français (Collignon). . . .	83,14
— *ilio-trochantérien.*	—	Noirs	85,90
—	—	Jaunes.	88,02
—	—	Français.	88,73

L'ordre parfait selon lequel se disposent ces indices laisse supposer qu'on trouverait en eux de véritables signes sériaires ; à considérer les cas particuliers on remarquera d'autre part que leur rôle ne serait pas moindre vis-à-vis de groupes isolés dans une race donnée. Toutefois, la critique qui en a été faite et l'opinion émise à leur encontre par un observateur des plus méticuleux nous oblige à quelques réserves sur nos propres résultats.

Par contre, les autres rapports qui reposent sur la comparaison successive des diamètres du bassin et des hanches aux largeurs bi-acromiale et bi-humérale semblent avoir été l'objet d'une préférence marquée.

Pour notre compte personnel, voici les résultats auxquels ils aboutissent :

Indice acromio-iliaque.	—	Noirs	75,50
—	—	Jaunes.	75,90
—	—	Français.	83,60
— *acromio-trochantérien.*	—	Jaunes	81,90
—	—	Noirs	85,70
—	—	Français.	94,21
— *huméro-iliaque.*	—	Noirs	62,70
—	—	Jaunes	63,35
—	—	Français	69,02
— *huméro-trochantérien.*	—	Jaunes	69,7
—	—	Noirs	73,7
—	—	Français.	77.77

L'élément Blanc tient donc franchement la tête dans cette sériation. Les différences de 8 et 13 unités enregistrées pour les premiers de ces indices (83,60 et 94,11), montrent toute la distance qui l'éloigne de la façon la plus manifeste du Noir (75,50 et 85,70) et du Jaune (75,90 et 81,90) et si les écarts sont moindres — 7 à 8 unités — pour les deux indices suivants (69,02 et 77,77), ils n'en sont pas moins tout aussi significatifs. L'opposition de son tronc moyen aux épaules, bassin et hanches larges, forme le

plus frappant contraste avec le tronc trop court du Nègre ou plus long du Jaune, les épaules, le bassin et les hanches si étroites des uns et des autres.

Toutefois, il n'est point aussi facile d'établir une base de différenciation aussi solide et de dresser une barrière infranchissable entre Jaunes et Noirs. Les indices acromio et huméro-iliaques ne dénoncent que des variations insensibles et n'était leur similitude d'orientation, peut-être y aurait-il lieu de les mettre en suspicion, mais avec les indices acromio et huméro-trochantériens, les choses prennent une tournure toute différente, et, bien que les écarts produits ne soient que de 4 et 5 unités, tels qu'ils sont ils peuvent fournir une excellente définition du tronc chez les races précitées.

Jaunes au tronc long, aux épaules assez larges, au bassin et aux hanches rétrécies, Noirs au tronc particulièrement court, aux épaules développées, au bassin très étroit et aux hanches plus amples, tels sont les grands traits qu'ils nous permettent de dégager.

Nous avons donc là des caractères sériaires qui, si l'on en juge d'après les données précédentes, sont d'une importance capitale, puisqu'ils permettent de tracer de telles démarcations entre de grandes branches humaines. Leur valeur n'est pas moindre si on les applique à l'étude des diverses variétés qui les composent. La lecture de notre tableau sera du reste le plus suggestif des commentaires.

III

MESURES DU THORAX

Sous la cage thoracique nous avons procédé au relevé de trois mensurations communément adoptées et du périmètre thoracique à deux hauteurs différentes.

Parmi les mesures, deux ont été prises dans le plan horizontal à l'aplomb des seins, *diamètre transversal* du thorax et *diamètre antéro-postérieur*, largeur et épaisseur du thorax, l'autre projection selon la verticale du sein, *hauteur claviculo-costale*, de la face supérieure de la clavicule au rebord des fausses côtes.

La circonférence thoracique a été mesurée au ruban métrique, bras tombant et sujet parlant, d'abord immédiatement au-dessous des mamelons, puis à $0^{m},03$ en dessous, c'est-à-dire à la limite des insertions du grand pectoral.

Toutes les moyennes ont été réunies dans le tableau qui suit en même temps que nous avons fait figurer leurs rapports à la taille (= 100) et au tronc (= 100), on pourra ainsi établir d'utiles comparaisons avec les résultats déjà acquis.

TABLEAU DES MESURES BRUTES ET DES RAPPORTS DU THORAX

NOMBRE DE SUJETS	RACES	TAILLE	TRONC	THORAX — DIAMÈTRE — Hauteur	THORAX — DIAMÈTRE — Antéro-postérieur	THORAX — DIAMÈTRE — Diamètre transverse	THORAX — PÉRIMÈTRE — Mamelonnaire	THORAX — PÉRIMÈTRE — Sous-pectoral	RAPPORT A TAILLE (= 100) — DIAMÈTRE — Hauteur	RAPPORT A TAILLE (= 100) — DIAMÈTRE — Antéro-postérieur	RAPPORT A TAILLE (= 100) — DIAMÈTRE — Diamètre transverse	RAPPORT A TAILLE (= 100) — PÉRIMÈTRE — Mamelonnaire	RAPPORT A TAILLE (= 100) — PÉRIMÈTRE — Sous-pectoral	RAPPORT A TRONC (= 100) — DIAMÈTRE — Hauteur	RAPPORT A TRONC (= 100) — DIAMÈTRE — Antéro-postérieur	RAPPORT A TRONC (= 100) — DIAMÈTRE — Diamètre transverse	RAPPORT A TRONC (= 100) — PÉRIMÈTRE — Mamelonnaire	RAPPORT A TRONC (= 100) — PÉRIMÈTRE — Sous-pectoral	RAPPORT A HAUTEUR DU THORAX (= 100) — DIAMÈTRES — Aut. post.	RAPPORT A HAUTEUR DU THORAX (= 100) — DIAMÈTRES — Transv.
	JAUNES																				
14	Tonkinois	1,588	54,7	29,4	18,0	25,8	79,9	76,7	18,5	11,3	16,2	49,6	48,3	50,8	33,3	44,9	137,3	133,6	64,5	87,7
12	Thos	1,582	54,6	28,5	17,8	25,0	78,5	76,0	18,01	11,25	15,8	49,6	48,03	52,2	32,5	45,6	142,3	139,5	62,4	87,7
10	Chinois Qouang-Si	1,614	54,6	30,2	19,1	25,2	80,6	78,9	18,7	11,8	15,6	49,9	48,8	55,3	34,9	46,1	147,4	144,7	63,1	83,4
9	— Quang-Ton	1,642	54,9	30,9	20,0	25,8	80,4	78,4	18,2	12,1	15,6	48,9	47,7	56,2	36,4	46,9	146,4	142,7	64,7	83,4
56	— Quang-Tcheouwan	1,619	55,1	30,5	19,9	25,6	80,7	78,7	18,8	12,2	15,8	49,8	48,6	55,3	36,1	46,4	146,4	142,8	65,2	89,9
12	Nungs	1,595	54,5	30,0	19,2	24,5	79,0	77,5	18,8	12,0	15,3	49,5	48,5	55,0	35,2	44,9	144,9	142,2	64,0	81,6
17	Méos	1,540	53,3	»	»	»	78,2	75,9	»	»	»	50,7	49,2	»	»	»	146,7	142,4	»	»
100	Cochinchinois	1,589	54,22	27,52	19,08	25,72	»	76,3	17,3	12,03	16,1	»	48,01	50,7	35,1	47,4	»	140,7	69,5	93,4
	NÈGRES																			
34	Yakomas	1,640	54,8	27,02	18,94	25,93	85,70	83,98	16,4	11,5	15,8	52,2	51,2	49,3	34,5	47,3	156,7	153,2	70,0	95,9
4	Bougous	1,687	55,8	27,1	20,25	25,25	89,5	87,10	16,06	12,0	15,02	53,6	52,2	48,5	36,2	45,2	160,3	156,0	74,7	93,1
30	Soudanais occidentaux	1,715	56,0	27,6	19,50	25,80	87,7	85,5	16,09	11,3	15,03	51,1	49,8	49,2	34,8	46,07	156,6	152,6	70,6	93,4
1	Dankali	1,760	60,1	28,3	19,3	28,70	88,0	82,0	16,07	10,96	16,3	50,0	46,5	47,08	32,1	47,7	146,4	136,4	68,1	101,3

Assurément l'analyse des mesures propres au thorax est loin de mettre en relief des caractères qui vaillent en importance ceux que nous devons au tronc. Malgré la brièveté des écarts, accusés aussi bien par les chiffres bruts que par les rapports, il convient cependant de ne pas trop dédaigner les différences qui peuvent lui donner son aspect particulier.

Comparé à celui du Français, le thorax du nègre serait à la fois plus court, moins large et plus bombé, tandis que celui de l'Annamite, presque équivalent en hauteur, aurait les autres dimensions plus étroites que celui du Chinois ou des variétés voisines, comporterait un excès de longueur typique concurremment avec un resserrement transversal et un développement antéro-postérieur plus marqué.

L'indice thoracique (Topinard) ou rapport du diamètre transverse à l'antéro-postérieur (= 100) fera mieux ressortir ces particularités :

Noirs :	Indice thoracique.	= 131
Jaunes :	—	= 133
Français :	—	= 141

Enfin, relativement aux périmètres thoraciques nous retiendrons, comme note intéressante, leur faiblesse dans les races jaunes, leur supériorité dans les races noires, et parmi celles-ci l'excès présenté par les Soudanais.

Arrivé au terme de notre exposé, nous croyons utile de résumer en quelques propositions les principales données, tant générales que particulières, qui découlent tout naturellement de la mise en œuvre de nos documents. En matière de conclusion, on nous permettra donc d'écrire que de ces recherches spéciales chez le Jaune et le Noir, il résulte :

1° Que la *hauteur du tronc*, conformément aux idées émises, représente dans *toute race* la mesure la *moins variable* du canon ;

2° Que le tronc par la modicité de ses variations, l'étendue des écarts qu'il provoque dans les rapports et l'opportunité de lui rapporter ses propre dimensions, constitue un module de choix ;

3° Qu'en vue des comparaisons anthropométriques une entente est nécessaire pour l'adoption de points de repères définitifs, dans la détermination de sa hauteur ;

4° Que le terme *sternum à siège* nous semble s'imposer autant par la commodité du mode opératoire que par la facilité de son application sur l'indigène ;

5° Que la longueur du tronc nous a donné l'occasion de suivre une gradation absolue entre les 3 grandes catégories : blanche, jaune et noire, gradation dans laquelle nous voyons le Français tenir la tête, l'Indo-Chinois la lui disputer, le Chinois suivre à courte distance, tandis que les

noirs de toute espèce s'y inscrivent en dernier lieu et décidément fort en arrière ;

6° Que nos résultats vérifient une fois de plus le rapport inversement proportionnel qui unit la taille et le tronc dans leurs oscillations ;

7° Que les diamètres transversaux donnent toute une série d'indices dont les écarts n'atteignent point ceux déjà signalés, mais sont cependant pour la plupart encore fort étendus ;

8° Que ces indices transversaux ont une grande valeur comme caractères sériaires entre les grands groupes humains et comme éléments différentiels entre variétés congénères ;

9° Qu'enfin, le périmètre et la projection verticale mis à part, le thorax n'a qu'une importance relative dans un tel essai.

Et nous nous arrêterons sur ces considérations laissant à d'autres le soin de juger si nous avons rempli la tâche que nous nous étions fixée et si notre modeste contribution peut suffisamment concourir à faire ressortir l'influence de la taille et de la race sur les dimensions du tronc dans des races encore vierges pour ainsi dire de toute observation de ce genre.

M. le Dr Henry GIRARD

Professeur à l'École de Médecine navale de Toulon.

OBSERVATION ANTHROPOMÉTRIQUE D'UN DANAKIL [573-6]

— Séance du 13 septembre —

On sait combien sont plus que rares les renseignements que nous possédons actuellement sur les populations qui habitent les bords de la mer Rouge.

Depuis les excellents mémoires de notre collègue le Dr Santelli, médecin de la marine, sur les Somalis et les Dankalis, il n'est pas à notre connaissance, dans la littérature anthropologique de documents neufs se rapportant à cette question. Aussi l'occasion s'étant offerte à nous, en ces derniers temps, de procéder à la mensuration presque complète d'un Danakil originaire de Massaouah, avons-nous pensé que la communication de nos résultats aurait peut-être quelque intérêt pour ceux qui s'occupent des choses

anthropométriques; nous les donnons sous forme de simples notes, le sujet ne prêtant pas, du reste, beaucoup par lui-même à un bien long commentaire.

Origine. — Notre indigène appartient à la tribu des Afars ou Danakils; ceux-ci occupent toute la région qui s'étend de Massouah au nord jusqu'au Gublet-Karab et au lac Assal au sud. Ils ne s'avancent pas à plus de cent milles dans l'intérieur et confinent aux Somalis, aux Gallas et aux Amharas (Santelli).

Mesures et rapports. — Nous allons énumérer ici les principales mesures prises et y joindre quelques rapports qui nous permettront plus loin de fixer certains caractères.

Taille . .	Debout	1m,760.		
—	Assis	0m,900	Rapport (taille = 100)	51,1
—	A genoux	1m,310	—	74,4
—	Grande envergure. . .	1m,780	—	107,2
—	Ombilic à sol.	1m,094		
—	Interl. artic. du genou à sol	0m,501		
Crâne . .	Diam. ant.-postérieur maximum.	19,0		
—	Diam. transverse max.	14.8		
—	— sus-auriculaire.	13,0		
—	Projection auriculaire.	13,6		
—	Courbe horizontale. .	56,3		
—	— bi-auriculaire.	36,8		
Face. . .	Diam. frontal minimum.	10,6	Rapport (tête = 100)	43,8
—	Diam. bi-orbitaire externe.	11,9	—	48,5
—	Diam. bi-zygomatique.	13,4	—	55,4
—	— bi-goniaque . .	11,8	—	49,0
—	Longueur du nez. . .	5,2		
—	Largeur du nez . . .	3,9		
—	Projection vertex à limite des cheveux .	4,6	Rapport (tête = 100)	19,0
—	Project. v. à Ophryon.	9,4	—	38,8
—	— v. à racine du nez.	11,4	—	47.1

Face. . .	Projection v. à base du nez.	17,2	Rapport (tête = 100)	71,0
—	Projection v. à espace interdentaire. . . .	19,6	—	80,9
—	Projection v. à menton	24,2		
—	Hauteur ophryo-mentonnière	14,8		
Tronc. .	Sternum à siège. . .	59,7	Rapport (taille = 100)	33,9
—	Diam. bi-acromial. .	39,5	— (tronc = 100)	66,1
—	— bi-huméral. .	43,7	—	73,1
—	— bi-iliaque. . .	26,2	—	43,8
—	— bi-trochantérien.	33,7	—	56,4
Thorax. .	Projection verticale. .	28,3	Rapport (tronc = 100)	47,4
—	Diam. ant.-postérieur	19,3	—	32,3
—	— transverse . .	28,7	—	48,0
—	Périmètre mamelonnaire.	0,88	—	147,0
—	Périmètre s.-pectoral.	0,82	—	137,0
Membres.	Membre supérieur . .	80,4	Rapport (taille = 100)	45,6
—	Bras	31,2	—	17,8
—	Avant-bras	30,6	—	17,4
—	Coudée.	49,2	—	28,5
—	Main.	18,6	—	10,5
—	Membre inférieur . .	86,0	—	48,8
—	Cuisse	46,0	—	26,1
—	Jambe	34,0	—	19,3
—	Pied.	23,0	—	13,0
—	Hauteur malléolaire .	6,0	—	3,3

Caractères descriptifs. — Par la taille (1,760), l'indice céphalique (77,89) et l'indice nasal (75.0), ce Danakil semble appartenir à une race, de haute taille, de dolichocéphalie modérée et de mésorhinie faible. Sa tête est peu élevée [R, (taille = 100.) = 13.7] son crâne haut (Ind. haut. larg. = 91,69) comprimé latéralement (Ind. haut. long. = 75,58 ; D. sus-auriculaire = 13,0) assez volumineux (Moy. céphalométriq. = 169). La face est en complète harmonie avec le crâne; fortement allongée, elle

présente également une étroitesse remarquable à considérer la série des indices faciaux que nous avons pu établir :

Indice antérieur . . . . . = 55,40
— prosopal. . . . . = 68,36
— facial . . . . . = 90,53

L'indice céphalo-zygomatique (90,5), un des plus petits rencontrés, accentue cette étroitesse, tout en faisant ressortir le rapport caractéristique qui unit le crâne à la face dans leur resserrement transversal. Quant aux écarts entre les divers diamètres (Tête = 100) ils sont si limités que le tracé du visage ne peut qu'aboutir à une régularité ovalaire parfaite. Les projections faciales ne sont pas moins intéressantes à consulter. A nous en tenir à quelques termes classiques, voici ce qu'elles nous indiquent (tête = 100) :

Limite des cheveux à racine du nez. . . = 28,0
Vertex, à ophryon. . . . . = 38,8
Vertex à ophryon à espace interdentaire. = 42,1
Espace interdentaire à menton. . . . . = 18,9
Racine à base du nez. . . . . = 23,8
Base du nez à menton. . . . . = 28,9
Base du nez à espace interdentaire . . . = 9,9

Ce qui s'interprète ainsi : limite des cheveux très avancée, front bas, région sus-buccale très développée, projection nasale médiocre, appareil infra-buccale plutôt court. Dans l'ensemble se détachent sur le visage de nombreux traits qui nous éloignent passablement du nigritique vrai. Transcrivons nos notes :

Front bas, plat, étroit (Indice frontal = 71,62) fuyant, bosses sourcilières à peine indiquées, glabelle absente, arcades sourcilières peu saillantes, globes oculaires découverts, dépression sus-nasale presque insensible, nez droit, à racine haute, arête un peu large, sous-cloison épaisse, lobule gros et surélévé, narines arrondies et ailes grossières, pommettes hautes, minces, légèrement proéminentes, prognathisme presque nul, bouche petite (4,7), lèvres fines et petites, dents normales, implantées verticalement, menton rond et projeté en pointe. Physionomie très régulière, assez douce et ne manquant ni de finesse, ni de mobilité, ni d'intelligence.

Pour définir le prognathisme, nous avons relevé avec l'angle facial (62,0) divers diamètres, en prenant comme centre, l'inion.

Inion, à lobule du nez . . . . = 10,2
— à sous cloison . . . . . = 9,0
— à lèvre supérieure . . . = 9,4
— à lèvre inférieure. . . . = 9,1
— à menton . . . . . = 9,4

La régularité et la disposition de ces écarts prouve, ainsi que nous venons de le dire, que le prognathisme est, dans ce cas, réduit au minimum.

Le tronc est relativement petit (33,9) avec des épaules très développées, un bassin très étroit et des hanches très larges. Les indices transversaux obtenus avec les diamètres fournissent les renseignements suivants :

Indice : Acromio-huméral . . = 90,3
— Piléo-trochantérien . . = 77,7
— Acromio-iliaque. . . . = 66,3
— Acromio-trochantérien. = 85,3
— Huméro-iliaque. . . . = 59,9
— Huméro-trochantérien. = 77,1

Ils répètent les indications précédentes et accusent, les quatre derniers surtout, des écarts énormes avec l'élément Blanc (dépassant 10 unités) écarts qui confirment les recherches de Collignon et forment un caractère sériaire d'une grande importance.

Le thorax est peu élevé; du reste, largeur, épaisseur et circonférence sont très inférieures relativement à la taille du sujet, qui représente plutôt un type de constitution moyenne, mince, élancé, étroit de poitrine.

Comme dans les races noires, le membre supérieur est long, l'avant-bras également, la main fine. Le membre inférieur acquiert une grande

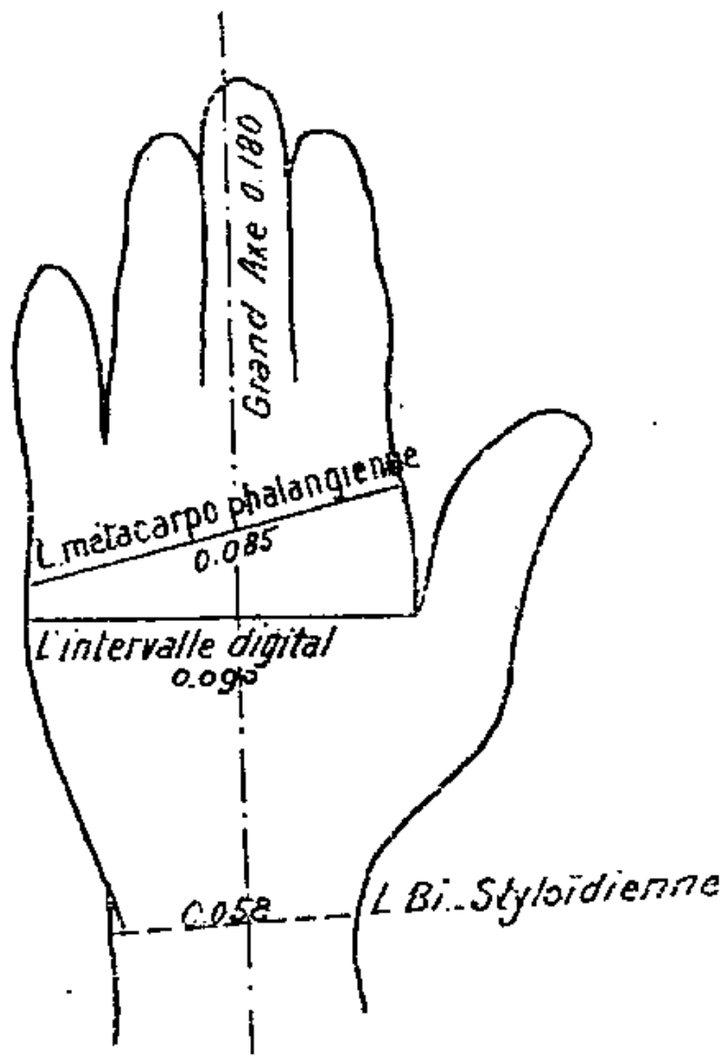


FIG. 1.

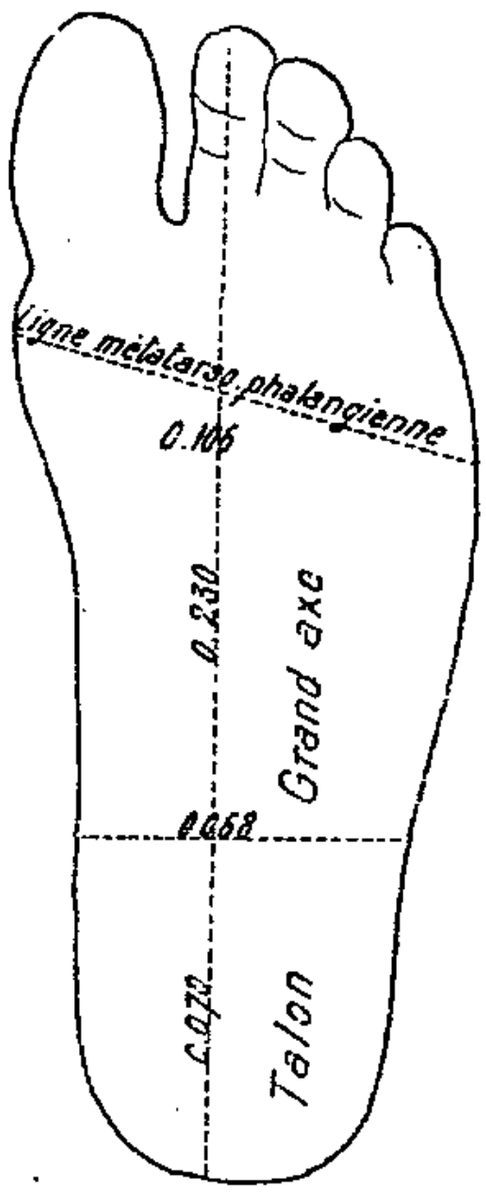


FIG. 2.

longueur, la cuisse y prend une large part, le pied est bas et court. Les membres ont une musculature modérée, les attaches sont fines, les plis de la main réguliers, les orteils s'écartent facilement, la préhension s'exécute avec le gros orteil, mais il n'y a pas de véritable opposition.

Circonférence du mollet. . . . = 31,2
— sur malléolaire . = 21,0
— du bras. . . . . = 26,6

Nous avons noté les couleurs de la peau d'après le tablcau chromatique de Broca, les numéros ci-dessous correspondent au :

Front.	43
Cou.	43
Bras (face infér.).	22
Poitrine.	22
Ventre	22

Prédominance du rouge, teinte chocolat des parties soumises à l'action de la lumière, coloration très claire des régions couvertes ;

Les yeux sont petits (2,9), rapprochés (D. bi-angul. = 94 : D. bi-caronculaire = 3,8) ; la coloration de l'iris = 2. Sur le pourtour de la cornée s'étale un cercle cerulescent de 1 millimètre environ de largeur.

L'oreille est petite, bien ourlée et à peine détachée.

Étendue.	= 48,0
Indice.	= 47,6

Le cheveu est assez long, crépu, le diamètre de ses spires = 3 millimètres. Le système pileux est assez fourni à la lèvre supérieure et au menton, maigre sur la poitrine et sous l'aisselle, nul sur le reste du corps recouvert d'une peau glabre.

Poids = 63 kilogrammes.
Force = 30 kilogrammes (dynamomètre à main).
Tempér. axillaire = 36,7.
Respiration = 21.
Pouls = 74.

En résumé, l'indigène observé, représente un type assez pur, de la race Éthiopienne. Chez lui les traits chamitiques sont largement représentés dans la tête ; par contre, l'influence du sang nègre se fait plus largement sentir du côté du tronc et des membres.

M. le Dr BORDIER (1)

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon.

MÉCANISME DE L'ACTION DE L'ARC ÉLECTRIQUE SUR LES TISSUS DANS LA PHOTOTHÉRAPIE

[537.832 : 615.84]

— Séance du 9 septembre —

L'appareil que MM. Lortet et Genoud ont substitué à celui de Finsen pour le traitement du lupus constitue un perfectionnement, car le temps pendant lequel les tissus malades doivent rester exposés à chaque séance aux radiations provenant de l'arc est très diminué, ce qui est un grand avantage au point de vue pratique.

Dans cet appareil, l'arc électrique se trouve placé à environ 5 centimètres des tissus ; seul le compresseur, d'un centimètre d'épaisseur, sépare la source lumineuse de la surface à traiter ; dans ce compresseur, qui est une lentille plan convexe creuse et dont les faces sont en cristal de roche. on établit une circulation d'eau froide. Malgré la température excessivement élevée de l'arc, la peau mise en contact avec la face externe du compresseur n'est le siège d'aucune sensation de chaleur. Si, au contraire, le contact n'est pas parfait, si la surface cutanée est séparée de quelques millimètres de la lentille d'eau, une vive sensation de brûlure se manifeste et l'on ne peut plus supporter la douleur produite.

Il y avait lieu de se demander si dans ce nouvel appareil, où la source de chaleur est si voisine des tissus, les radiations calorifiques ne jouaient pas un certain rôle dans la production de l'érythème ou de la vésication qui se produit quand la peau reste appliquée contre le compresseur pendant deux à trois minutes et si cette action énergique était entièrement due aux radiations actiniques émanant de l'arc électrique.

Cette question était d'autant plus naturelle à se poser que les différents réactifs, tels qu'un thermomètre ou la peau, placés à quelque distance du compresseur indiquent le passage des radiations calorifiques à travers les faces de la lentille et la couche d'eau circulant entre ces faces.

Puisque les radiations de grande longueur d'onde passent, pourquoi le

(1) Par suite d'une erreur de mise en pages, les communications suivantes présentées par le Dr Reboul, de Nîmes, à la 12e Section n'ont pas été signalées dans le 1er volume : *Actinomycose du pied ; Gangrène du testicule par torsion du cordon ; Fibrolipôme de l'abdomen.*

seul fait d'appliquer la région cutanée contre la lentille suffirait-il à empêcher ces radiations d'agir en même temps que les autres ?

Ce n'est pas parce qu'on ne sent pas la brûlure que celle-ci peut ne pas se produire : l'absence de sensation ne serait-elle pas due à l'anesthésie provenant du contact des nerfs sensitifs avec une surface froide comme celle du compresseur, derrière laquelle circule de l'eau froide.

Nous avons cherché à résoudre cette question très intéressante, non pas au point de vue des résultats thérapeutiques, mais au point de vue scientifique.

Pour cela, il fallait trouver le moyen de remplacer l'eau circulant dans le compresseur par un liquide laissant passer les radiations calorifiques aussi bien, sinon mieux, que l'eau et absorbant complètement les radiations actiniques.

Nous souvenant d'une ancienne expérience de Tyndall, nous nous sommes adressé à une solution d'iode dans un solvant donnant une coloration violette; Tyndall avait utilisé le sulfure de carbone; mais à cause du danger à manier ce corps dans le voisinage d'une source de chaleur comme celle fournie par l'arc, nous avons pris le chloroforme pour dissoudre l'iode.

Une telle solution est absolument opaque pour les radiations actiniques et lumineuses ; elle laisse, au contraire, passer des radiations calorifiques ; mais il y avait lieu de rechercher si cette solution était tout à fait diathermane ou si elle n'absorbait pas une certaine partie des radiations de grande longueur d'onde ; si, par exemple, la solution chloroformique d'iode laissait passer aussi bien les radiations calorifiques que le chloroforme pur. C'est ce que nos premières expériences ont eu pour but de faire connaître.

Expériences pour apprécier le degré d'absorption des rayons calorifiques par le chloroforme pur et le chloroforme contenant 1 0/0 d'iode.

1°. Le dispositif expérimental a été le suivant : Ballon de 6 centimètres de diamètre contenant du chloroforme pur, centre du ballon à 14 centimètres de l'arc ; le foyer de la lentille épaisse ainsi formée, cherché avec un écran, est à 4 centimètres de la paroi du ballon ; on place à ce foyer un vase en laiton contenant 20 grammes d'eau distillée et entouré de feutre épais, sauf en une région circulaire de 1 centimètre de diamètre ; température initiale, 27°1. Après quatre minutes, on arrête l'arc : la température s'élève toujours pour s'arrêter à 30°. L'élévation de température est donc de 2°9 ;

2°. Le chloroforme pur est remplacé par une solution d'iode à 1 0/0 dans du chloroforme. Le dispositif expérimental est absolument le même que précédemment. Le vase de laiton est placé à la même distance, 4 centimètres du ballon. Température initiale de l'eau : 27°4. L'arc électrique est actionné pendant quatre minutes. La température continue à monter et elle s'arrête à 30°5. La différence est ici de 3°1.

En comparant les élévations de température de la même masse d'eau

contenue dans le récipient de laiton, on voit que la quantité de chaleur transmise à travers le ballon, loin d'être diminuée par l'iode en dissolution dans le chloroforme, est plutôt augmentée, puisque la température de la même masse d'eau s'est élevée de 3°1 avec la dissolution d'iode et de 2°9 seulement avec le chloroforme pur.

On doit donc conclure de ces expériences que la transmission des rayons calorifiques n'est pas affaiblie par l'iode dissous dans le chloroforme, bien que toutes les radiations lumineuses soient complètement arrêtées par cette même solution.

Les radiations chimiques sont, elles aussi, absorbées par la solution d'iode. En effet, en plaçant du papier sensible au chlorure d'argent au foyer du ballon (4 centimètres), on ne constate aucune altération, le papier conservant, même après cinq minutes, sa couleur blanche primitive.

Il résulte de ce qui précède qu'une solution d'iode à 1 0/0 dans le chloroforme arrête les radiations actiniques aussi bien que les radiations lumineuses, mais laisse complètement passer les radiations calorifiques.

Les expériences précédentes ayant été faites, il était facile de rechercher si dans la photothérapie l'érythème produit sur la peau était dû aux rayons calorifiques de l'arc ou aux rayons chimiques.

Pour trancher la question et pour dissiper tous les doutes à cet égard, nous avons fait plusieurs expériences en nous servant des résultats obtenus précédemment avec la solution violette d'iode dans le chloroforme. Nous avons établi dans le compresseur une circulation de chloroforme iodé à 1 0/0 à l'aide de deux flacons tubulés à la partie inférieure et reliés aux compresseurs par des tubes de caoutchouc suffisamment longs. La circulation était obtenue en élevant un des vases contenant trois litres de chloroforme iodé à $1^{m},20$ au-dessus du compresseur pendant qu'un autre vase de même capacité était placé en bas, sur le sol, dans une terrine où circulait de l'eau froide de la ville. Dans une première expérience, la peau de l'avant-bras a été appliquée contre le compresseur où circulait la solution d'iode pendant une minute : le temps était mesuré à l'aide d'un chronomètre. Deux sujets ont été soumis à cette même exposition de l'arc électrique. On avait constaté, à l'aide d'un papier photographique, qu'il ne passait à travers le compresseur aucune radiation chimique, le papier n'étant pas impressionné après cinq minutes.

Aucun érythème ne put être constaté ni sur l'un, ni sur l'autre sujet.

Dans une deuxième expérience faite deux jours après sur les mêmes sujets et en des régions différentes de l'avant-bras, l'exposition aux radiations calorifiques qui, seules, pouvaient traverser la solution d'iode circulant dans le compresseur, dura pendant trois minutes.

On ne constata, pas plus que dans la première expérience, aucune sensation de chaleur au niveau de la peau appliquée contre le compresseur. Il ne se forma pas non plus le moindre érythème.

Enfin, dans une troisième expérience, la durée d'exposition fut portée à quatre minutes : dans ces conditions, avec la circulation d'eau dans le compresseur, la brûlure est tellement prononcée que l'érythème est remplacé par la vésication. Or, avec la circulation de la dissolution d'iode chloroformique, *il ne s'est manifesté aucune modification de la peau.*

Toutes les expériences précédentes permettent donc d'affirmer que l'action de l'arc électrique sur les tissus dans l'appareil photothérapique de Lortet et Genoud est due seulement aux radiations actiniques de petite longueur d'onde et que l'érythème ou la vésication constatée sur les tissus appliqués contre le compresseur ne sont en aucune façon le résultat des rayons calorifiques, comme on aurait pu le supposer *a priori.*

Quant à l'explication de l'absence de sensation de brûlure, à condition que la région cutanée touche bien la paroi du compresseur, elle nous paraît facile à donner : la peau et les tissus vivants étant très mauvais conducteurs de la chaleur, ainsi que je l'ai démontré dans un travail récent (*Congrès de l'Assoc. franç. pour l'avancement des sciences*, Saint-Étienne, 1897), voici ce qui se passe : les radiations calorifiques qui traversent la lentille d'eau formant le compresseur tendent à élever la température des tissus ; si ces derniers avaient une conductibilité de même ordre de grandeur que les métaux, cette élévation thermométrique se produirait certainement. Mais à cause de la très faible conductibilité calorifique de ces tissus, la face du compresseur qui est en contact avec eux et qui est en cristal de roche, c'est-à-dire en un corps dont la conductibilité calorifique est grande et bien supérieure à celle de la peau, gagne immédiatement la quantité de chaleur qui tendrait à élever la température cutanée et cède ensuite cette chaleur à l'eau qui circule dans la lentille.

Il en résulte que toute sensation de brûlure calorifique doit faire défaut, à condition que le contact du tissu avec la face du compresseur soit aussi intime que possible.

M. le Dr J. MICHON

Membre de la Société de Biologie, à Paris.

DE L'INFLUENCE DE LA DÉCOUVERTE DE LAVERAN SUR LA PROPHYLAXIE ET LA LÉGISLATION DU PALUDISME (1) [616.936]

— Séance du 9 septembre —

Le cadre de mon sujet ne me permet pas, — le temps que vous pouvez m'accorder n'y suffirait pas d'ailleurs, — de vous faire l'historique, même le plus succinct, de la théorie parasitaire du paludisme.

Aussi bien, pour ne citer que des auteurs français, vous trouverez l'exposé de cette théorie soit dans le *Janus*, par M. Laveran (2), soit dans le *Bulletin de l'Académie de Médecine*, par M. le professeur Blanchard (3), soit dans les *Annales d'hygiène publique et la médecine légale* par M. Guiart (4), soit dans l'ouvrage de M. Neveu-Lemaire (5), soit enfin dans la thèse inaugurale de M. le docteur Pitti-Ferrandi (6). Nous attendons de ce jeune confrère, qu'une indisposition passagère retient loin de nous, des observations intéressantes auxquelles le destinent son amour de la science et le nom respecté qu'il porte.

Je vous demande seulement la permission de faire tout d'abord le départ entre des faits, aujourd'hui indiscutables, et certaines hypothèses plus ou moins probables, appuyées sans doute sur des observations et des expériences qui ont leur valeur, mais qui n'ont pas le caractère crucial, pour me servir du mot de Claude Bernard, nécessaire pour donner la certitude dans les sciences biologiques.

J'ai pensé de plus qu'il était bon de signaler particulièrement à cette réunion quelques points encore obscurs qui n'infirment certes pas la théorie générale, mais sur lesquels j'insiste, parce qu'aucun médecin n'est placé dans des conditions meilleures que nos confrères de Corse pour les élucider. Nous pouvons faire appel ici, à tous ceux — ils sont légion —

(1) Tous les travaux relatifs à la question du *paludisme* ont été présentés aux sections réunies des sciences médicales, d'électricité médicale et d'hygiène.

(2) *Janus*, mars-avril 1899, juin-juillet 1901.

(3) *Bulletin de l'Académie de médecine*, 3e Série, tome XLIV, no 27, 3 juillet 1900.

(4) *Bulletin des sciences pharmaceutiques*, 1er janvier 1900.

(5) *Les Hématozoaires du Paludisme*, Paris, J.-B. Baillière et fils, 1901.

(6) *Le Paludisme et l'Assainissement des régions palustres de la Corse*, Paris, 1901.

qu'animent à la fois le goût des études scientifiques et le désir de venir en aide aux populations dont l'hygiène et la santé leur sont confiées.

Laveran a montré le premier que le paludisme a pour cause la présence dans le sang d'un organisme microscopique appartenant au règne animal, tandis que la plupart des maladies infectieuses ont pour origine un microbe que les naturalistes classent dans le règne végétal. Cel hématozoaire pénètre dans le globule rouge du sang, aux dépens duquel il se nourrit, et qu'il finit par détruire. Sa puissance de multiplication est telle qu'il peut avoir envahi en quelques jours tous les globules du sang. Un même globule en contient même quelquefois plusieurs. Et c'est ainsi que dans certaines fièvres pernicieuses, ces parasites obstruent les capillaires des principaux viscères, dont ils suppriment la fonction par encombrement.

Selon le professeur Grassi (1) il y a chez l'homme trois espèces de protozoaires distincts, correspondant à trois types de fièvre, la tierce, la quarte et l'estivo-autumnale. Cette opinion est admise par Bignami, Bastianelli et toute l'école italienne.

L'école française serait plutôt uniciste, et n'admettrait qu'un seul parasite, le *Hemabœba malariæ* de Laveran.

En Corse, où se rencontrent les différents types de fièvre et où il n'est pas rare d'observer des fièvres passant d'un type à l'autre sans interruption chez le même individu, il y a un fertile champ d'études zoologiques.

D'autres espèces d'hématozoaires ont été découvertes chez les animaux. Ceux des oiseaux ont été étudiés par Ronald Ross, ceux des tortues par Danilewski, ceux des chauves-souris, — ce sont les plus voisins de l'hématozoaire de l'homme, — par Dionisi.

Il serait intéressant d'examiner le sang du plus grand nombre possible d'animaux de nos marais de Corse pendant la saison malarique. Jusqu'à présent aucun hématozoaire des animaux n'a pu être assimilé au parasite du sang de l'homme. Mais peut-on affirmer à priori que celui-ci ne peut pas avoir son habitat de transition dans des espèces animales non encore examinées à ce point de vue ?

C'est chez les oiseaux que Ronald Ross a étudié l'évolution de l'hématozoaire. Grossi et ses élèves, guidés par les travaux de Ross, ont pu démontrer que l'évolution du parasite de la fièvre chez l'homme était la même que celle du protozoaire des oiseaux. Ils ont confirmé, en suivant ce développement chez l'homme et chez le moustique, l'hypothèse de Manson, qui, se basant lui-même sur les analogies avec une autre maladie, la filariose, avait eu l'intuition que le protozoaire du paludisme avait un double habitat : l'homme et le moustique.

Chez l'homme, qui ne lui offre qu'un habitat de transition, il ne se

(1) GRASSI. *Studi di uno zoologo sulla Malaria*, extrait du tome III des *Memorie della Reale Accademia dei Lincei*, Rome 1900.

multiplie que par génération asexuée, par sporulation. — L'accès de fièvre correspond à cette sporulation. — Chez le moustique, le protozoaire arrive à son état parfait ; il se reproduit par génération sexuée. Je vous fais grâce des noms scientifiques qu'il reçoit à ses divers états, gamètes, amphiontes ou zygotes, d'autant plus que les savants varient dans leurs appellations plus encore que les protozoaires dans leurs transformations. Retenons seulement que le produit de cette génération sexuée, le blaste, se répand dans l'organisme du moustique, puis s'accumule dans les glandes salivaires d'où il est inoculé à l'homme par la piqûre de l'insecte.

Cette transmission du protozoaire, et par suite du paludisme, du moustique à l'homme, a été démontrée par des expériences directes.

En Angleterre, le fils du docteur Patrick Manson se fit piquer par des moustiques que son père avait reçus vivants de l'Italie méridionale. Il fut pris d'accès de fièvre, dans un pays où le paludisme était inconnu. Cette fièvre cessa par l'administration de la quinine. L'examen des globules du sang décela la présence de l'hématozoaire.

De son côté, Bastianelli a fait piquer en 1898 par un anophèle un homme qui voulut bien se soumettre à cette expérience. Cet homme fut pris de la fièvre, et guérit par l'administration de la quinine. La présence du protozoaire fut constatée dans le sang.

Depuis cette époque, cette expérience a été renouvelée avec succès par Bignani et Bastianelli.

Enfin Grassi (1) lui-même fit lâcher dans la chambre d'un malade de l'Hôpital San Spirito des anophèles infectés. Ce malade n'avait jamais eu la fièvre. Il en fut atteint et guérit par la quinine.

Je n'ai pas besoin de vous faire remarquer l'importance capitale de cette constatation. Puisque le moustique inocule à l'homme le germe de la fièvre paludéenne, le premier desideratum de la prophylaxie sera donc de se préserver du moustique.

Une seconde question qui a aussi un intérêt pratique est celle-ci : Tous les moustiques peuvent-ils servir d'habitat au protozoaire et, par suite de leur piqûre, donner naissance à la malaria? On l'a cru longtemps. Koch, après ses observations à Grosseto, croyait que le genre *culex* pouvait être incriminé.

Depuis les observations de Grassi, l'école anglaise, avec Manson et Ross, et l'école française, avec Laveran, admettent qu'au moins en Europe le genre *anopheles* est seul capable d'infecter, et parmi les espèces de ce genre c'est le plus souvent l'*anopheles claviger* ou *maculipennis*.

Je dirai en passant qu'il est facile de distinguer l'anophèle du culex, et que chacun peut faire cette distinction à la loupe ou même à l'œil nu, à

(1) GRASSI, *op. cit.*

l'aide de très précises instructions de l'Académie de Médecine rédigées par le professeur Blanchard.

On avait cru longtemps que l'anophèle manquait dans certaines régions fiévreuses. Une recherche plus attentive, — l'anophèle étant ordinairement moins abondant que le culex, et se dérobant plus facilement aux investigations, — a démontré qu'il se trouvait, non seulement en Europe, mais encore en Afrique et aux Indes.

Les mœurs et l'habitat préféré des anophèles ont été scrupuleusement étudiés et, de là encore, nous tirerons des indications précises pour la prophylaxie.

Nous devons maintenant nous demander si pour l'homme, la piqûre de l'anophèle est la seule voie d'infection. Vous comprenez, en effet, que, si l'affirmative était irréfutablement démontrée, la question de la prophylaxie serait, théoriquement du moins, beaucoup simplifiée.

Pendant des siècles on a successivement incriminé l'air, la terre et l'eau, et même les trois éléments à la fois.

Dernièrement, au Parlement italien, l'éminent clinicien de Rome que les vicissitudes politiques viennent de ramener au ministère, le professeur Baccelli, soutenait encore les influences telluriques, sans cependant rien préciser de leur mode d'action. Il rappelait la célèbre observation de Boudin, aujourd'hui contestée par une partie de l'école italienne, mais qui a été pendant de longues années admise sans conteste. Il s'agissait de la traversée entre Bône et Marseille d'une troupe de huit cents soldats français qui fut atteinte par une épidémie de fièvre pernicieuse. La provision d'eau embarquée avait été puisée dans un marais voisin, et ce fut à l'eau qu'on attribua sans hésitation la maladie. Aujourd'hui, on soutient que les malades avaient pu être infectés par des anophèles avant le départ. C'est possible, mais la simultanéité des cas semble faire échec à cette opinion.

Il est encore difficile d'expliquer par la piqûre de l'anophèle, la recrudescence des cas de fièvre dans une localité, à la suite d'un défrichement.

Grassi admet que des flaques d'eau se forment dans le sol défriché. Mais tous ceux qui ont fait défricher en Corse savent parfaitement que le défrichement rend au contraire le sol plus perméable et que les flaques d'eau existantes disparaissent.

De plus, les naturalistes qui ont étudié les mœurs des anophèles ont soin de nous dire que, à l'inverse des culex, les anophèles ne se développent guère que dans les eaux garnies d'herbes qui leur servent de refuge et de pâture.

Une explication bien plus plausible découlerait de remarques faites par le professeur Giard (1). Dans des échantillons de terres desséchées qu'il

(1) LAVERAN. *Paludisme et Moustiques. Janus*, mars-avril 1899.

avait reçus de la Guyane, M. Giard a vu des œufs de moustiques se développer sous l'influence de l'humidité. On pourrait supposer que des œufs d'anophèle, exposés à la lumière et à l'humidité de l'atmosphère par l'opération du défrichement, seraient la cause de l'insalubrité des terrains défrichés.

Il règne donc sur ce point encore trop d'incertitude pour que nous ne soulignions pas la nuance de réserve dont M. le professeur Blanchard voile son affirmation, lorsqu'il dit : les anophèles sont les agents ordinaires, sinon exclusifs, du paludisme.

Tous les savants qui se sont occupés du paludisme se sont demandé : comment l'anophèle s'infecte-t-il lui-même? L'école italienne admet comme démontré que c'est uniquement en suçant le sang de l'homme atteint de paludisme que l'anophèle est et peut être infecté.

Il y a certains faits qui rendent encore bien difficile d'admettre comme unique cette voie d'infection de l'anophèle.

Voici une plaine, — il y en a en Corse, — réputée malsaine. Les habitants émigrent à la montagne. Quelques-uns redescendent dans cette plaine déserte depuis plusieurs mois; ils sont pour la plupart atteints de fièvre. A supposer qu'un fiévreux ait traversé le pays quelque temps auparavant, le nombre des anophèles qui ont sucé son sang est forcément restreint. Les nouveaux arrivants seraient donc piqués précisément par les anophèles mêmes qui, plusieurs semaines auparavant, se seraient repus du sang du malade.

Lorsque des voyageurs remontent le Mississipi, il sont protégés par la grande étendue d'eau qui les sépare des rives. S'approchent-ils des bords, la fièvre les saisit. Il est bien probable que c'est parce qu'il ont été piqués par les moustiques qui habitent les roseaux et qui n'allaient pas les atteindre en pleine eau. Mais ces rives sont désertes. Où est l'homme qui a infecté ces moustiques?

Ainsi que le remarque Laveran, parmi les circonstances, dans lesquelles on contracte le plus souvent la fièvre palustre, quelques faits s'expliquent mal si l'on admet que le paludisme est toujours transmis des individus malades aux individus sains par l'intermédiaire des moustiques.

D'autres hypothèses avaient été émises. On avait cru d'abord que le moustique infecté de plasmodies allait mourir dans les marais où il pond. — La femelle seule pique et suce le sang. — La larve se nourrit du cadavre ; elle devient insecte parfait ; l'évolution du parasite s'accomplit ; l'infection se perpétue ainsi chez le moustique seulement de génération en génération.

Grassi a examiné à plusieurs reprises des larves d'anophèles qu'il a toujours trouvées indemnes. Personne jusqu'à présent n'a infirmé l'observation de Grassi.

D'autres ont supposé que les transformations du parasite peuvent donner

naissance à des formes persistantes dans la terre ou dans l'eau. — Ronald Ross avait cru reconnaître ces formes dans les black-spores. — Ces black-spores, une fois introduites dans l'estomac du moustique, y auraient subi des évolutions jusqu'à la forme susceptible d'être inoculée par piqûre. Si cette hypothèse de Ross n'a pas été confirmée par l'observation, la recherche de ces formes persistantes préoccupe toujours les savants.

Celli, quoique inclinant vers l'opinion de Grassi, parce qu'il sent combien cette affirmation aurait de poids pour obtenir des pouvoirs publics une législation classant le paludisme parmi les maladies contagieuses, admet qu'il n'est pas démontré qu'il n'y ait pas de germes durables dans l'eau.

Enfin, Laveran dit : « Il existe peut-être une forme de résistance des germes du paludisme qui se conserve dans l'eau ou dans le sol des localités palustres et qui provoque au retour des chaleurs de l'été l'infection de l'homme ou des anophèles. »

« De nouvelles recherches, ajoute-t-il, sont nécessaires pour trancher ces questions (1). »

Nous concluerons comme lui.

Appliquerons-nous le mot de prophylaxie aux précautions hygiéniques dont l'observation a depuis longtemps démontré l'efficacité?

C'est une vérité trop banale aujourd'hui pour y insister que, à côté et en antagonisme du germe morbide, est la résistance du milieu, et que cette résistance est moins grande à mesure qu'augmente la misère physiologique. Cette loi, qui régit toutes les maladies infectieuses, semble devoir s'appliquer spécialement au paludisme où l'hématozoaire qui est la cause du mal s'attaque précisément à l'élément vital du sang, le milieu organique par excellence.

Ce n'est pas d'ailleurs une simple vue de l'esprit. Les médecins qui exercent dans les régions malariques ont vu le paludisme sévir surtout chez les individus mal logés, mal nourris, épuisés par les excès et les fatigues, tandis que dans la même contrée, soumis aux mêmes dangers d'infection, les hommes dont l'hygiène est meilleure, dont l'alimentation est plus riche, résistent plus longtemps aux influences malariques et conservent même une sorte d'immunité.

Le vénéré président de la Société des médecins de la Corse, le docteur Costa de Bastelica, correspondant de l'Académie de Médecine rapporte, dans un travail manuscrit qu'il m'a fait l'honneur de me communiquer, que, alors qu'il était médecin militaire, un détachement français ayant débarqué d'Algérie dans les environs de Terracine, avait été fortement

(1) *Janus, loc. cit.*

éprouvé par la fièvre, après la traversée de cette région extrêmement impaludée. Plusieurs cas pernicieux avaient été mortels; mais, tandis que les simples soldats étaient frappés, les officiers, mieux nourris, pouvant changer de vêtements, avaient tous été indemnes.

D'autre part, on a remarqué en Corse que le paludisme se complique souvent de troubles intestinaux. De même que nous voyons dans la diphtérie, le bacille de Lœfler souvent associé à d'autres bacilles, streptocoques et staphilocoques, sur lesquels le sérum de Roux est sans action, il arrive très souvent que des accès de fièvre, que l'on peut attribuer autant à de la colibacillose qu'à l'infection du globule, ne sont pas tributaires de la quinine, et empêchent même très probablement l'action de ce sel sur l'hématozoaire.

L'antisepsie intestinale s'impose donc, et elle peut, dans bien des cas, être considérée comme une véritable prophylaxie.

La prophylaxie spéciale du paludisme a été étudiée d'une façon magistrale par le directeur de l'Institut d'hygiène de l'Université de Rome, aujourd'hui membre du Parlement italien, le professeur Angelo Celli.

Celli, d'abord par des expériences, dont la théorie parasitaire faisait prévoir le résultat négatif, a essayé d'introduire dans le sang humain du sérum d'animaux indemnes de la malaria, pour produire l'immunité ; il a ensuite employé le sang d'un cheval, auquel il avait injecté des doses croissantes de sérum provenant d'un homme malarique. La malaria n'ayant ni bacilles, ni toxines, ces expériences ne pouvaient aboutir.

Il a aussi étudié les substances qui éloignent les moustiques, telles que les gaz, les fumées, les odeurs. Beaucoup ont une action réelle mais éphémère et par conséquent insuffisante. Il en a dressé le tableau comparatif (1).

Les poudres de pyrèthre et de chrysanthème, l'essence de térébentine, l'acide sulfureux chassent ou engourdissent les moustiques pendant quelques heures; on peut obtenir de bons effets de ces cônes aromatiques qu'on brûle dans les pays à moustiques, les *somni tranquilli*, mais il n'y a pas, dans tous ces moyens, une véritable préservation.

Les plantations, près des habitations, d'arbres à essence aromatique, ne semblent pas avoir l'effet salutaire qu'on leur a longtemps attribué. On a trouvé des anophèles réfugiés sous des feuilles d'eucalyptus ! Ce n'est pas une raison pour révoquer des faits acquis, mais il est probable que l'action bienfaisante était due surtout à l'absorption de l'eau contenue en excès dans le sol par les racines de ces arbres à croissance rapide.

Certains médicaments, pris à l'intérieur, ont une réelle efficacité, mais plus ou moins inconstante.

(1) Celli. *La Malaria secondo le nuove ricerche*, 2e édition. Rome, Società editrice Dante Alighieri, 1900.

Au temps où la théorie microbienne de la malaria florissait, l'arsenic avait été préconisé par Koch. De son côté, Tommasi Crudeli avait fait faire des expériences qui mériteraient peut-être de n'être pas oubliées.

Sous son inspiration, M. Ricchi, inspecteur chef des chemins de fer de l'Adriatique, divisa une partie de son personnel en deux fractions égales de 39 personnes chacune. L'une soumise à la cure arsénicale présenta 36 immunités et 3 fièvres légères.

Les 39 témoins furent tous atteints de fièvre.

Cette expérience fut répétée l'année suivante : sur 657 employés du chemin de fer, 402 furent préservés, 119 eurent une fièvre légère, 136 furent atteints de fièvre paludéenne caractérisée.

L'arsenic avait été administré sous forme de tablettes gélatineuses contenant un milligramme d'acide arsénieux.

L'emploi de l'arsenic organique préconisé depuis plusieurs années trouverait peut-être ici sa place. Le professeur Gautier, dont tous les médecins connaissent les belles études sur les cacodylates, pense que l'arsenic, sous cette forme, donnerait d'heureux résultats, surtout dans les récidives rebelles à la quinine.

Je sais que des essais de ce médicament ont été tentés ; ils peuvent être repris en Corse, où la malaria, prenant souvent la forme cachectique, offre malheureusement trop de facilités d'expérimentation.

Le bleu de méthylène avait paru avoir une véritable efficacité préventive entre les mains de Celli qui la signala dans la seconde édition de son livre que j'ai déjà cité.

Dans une brochure postérieure (1) il a fait connaître le résultat de ses essais en 1900. Le succès avec le bleu de méthylène a été moins constant, et surtout l'imprégnation des tissus par la matière colorante est une raison suffisante pour le proscrire absolument.

Reste la quinine, et, malgré certains inconvénients dont il serait imprudent de ne pas tenir compte, le médicament curatif est encore le meilleur médicament prophylactique.

C'est en effet une pratique constante, conseillée par la plupart des médecins, de prendre des doses préventives de quinine toutes les fois que l'on séjourne dans les régions malariques.

Laveran, dans un article de la *Revue d'hygiène* (2), a donné une bibliographie très complète des auteurs tant français qu'étrangers qui ont étudié le quinquina et les sels de quinine comme agents prophylactiques.

En Corse les docteurs Battesti, Valentini et Zuccarelli, ont rédigé des instructions pour les employés de la Compagnie des chemins de fer de la

(1) CELLI. *La nuova Profilassi della Malaria*, Rome, octobre 1900.

(2) LAVERAN. *Revue d'hygiène et de police sanitaire*, Paris, 1896.

Corse, dans lesquelles ils conseillent des doses quotidiennes de 20 centigrammes de sulfate de quinine.

Le docteur Emily, médecin de la mission Marchand, fit prendre à ses hommes, pendant deux ans, en traversant le Soudan et les marais du Nil, tous les cinq ou six jours, une dose de cinquante centigrammes environ de bromhydrate de quinine. A cette dose et à cet intervalle la préservation, il est vrai, ne fut pas complète ; il y eut même quelques formes graves dans lesquelles il sembla urgent d'intervenir rapidement par la méthode hypodermique, mais il n'y eut pas un seul cas mortel.

« Les sels de quinine, dit le docteur Emily, mirent l'organisme dans un état de plus grande résistance vis-à-vis de l'hématozoaire et permirent à l'Européen de vivre assez longtemps dans les régions impaludées sans être trop incommodé par les accès de fièvre.

» Sur notre table, ajoute-t-il, le flacon de quinine avait sa place marquée comme la boîte à sel ou le pot de moutarde. L'Européen arrive très vite à se rendre compte des bienfaits de la quinine et il n'attend pas les conseils du médecin pour fabriquer une cigarette qu'il avale avant le repas (1). »

Le papier à cigarette peut ainsi, vous le voyez, remplacer le pain azyme.

J'ai parlé tout à l'heure à dessein de dose suffisante. Pour formuler cette dose suffisante, nous sommes encore dans l'incertitude.

Si Marchiafava a vu une trace de solution de quinine arrêter les mouvements amiboïdes, Lo Monaco et Panichi ont vu l'action de la quinine différer suivant la teneur de la solution, et Celli a remarqué que la résistance du parasite varie, étant moindre au voisinage et pendant la durée de l'accès, tandis qu'elle augmente pendant l'apyrexie.

Celli estime que la dose de sulfate de quinine pour un homme adulte doit approcher d'un gramme par jour, et il conclut avec raison qu'à cette dose l'organisme ne supporterait pas pendant plusieurs mois une administration quotidienne.

Mais y a t-il toujours besoin d'une aussi longue prophylaxie ?

Il arrive souvent en Corse, par exemple, que le cultivateur ne descend dans la plaine malsaine, durant la saison des fièvres, que pendant un temps relativement court. C'est uniquement pour les moissons et les vendanges, les bestiaux étant tous rentrés à la montagne avant le commencement de l'été.

D'autre part, il n'est pas démontré que, pour une efficace préservation, l'administration absolument quotidienne soit indispensable.

Dans une récente communication, Koch a proposé d'augmenter la dose, en espaçant davantage les jours d'administration, de donner, par exemple,

(1) Dr Emily, médecin de la mission Marchand, lettre inédite.

tous les dix jours, pendant deux jours de suite, un gramme de sulfate de quinine par jour.

Bien que cette dose soit beaucoup plus forte que celle administrée par le docteur Emily, l'insuccès partiel de l'immunisation par la quinine, donnée par le médecin de la mission Marchand à cinq jours d'intervalle, me ferait penser que l'intervalle de dix jours proposé par Koch est trop long.

Nous savons, en effet, depuis les travaux de Golgi, que l'évolution du cycle asexué du protozoaire a une durée moyenne de soixante heures.

Dans une période de dix jours, comme tout ou partie de la quinine administrée est assez rapidement éliminé, il pourra arriver que plusieurs générations de parasites n'auront pas été mises en contact avec une dose de quinine suffisante.

On ne peut d'ailleurs, je crois, déterminer l'espacement nécessaire des doses que par tâtonnement.

Cependant, en tenant compte de la durée de l'évolution d'un cycle asexué complet, je me propose d'essayer cette année chez les vendangeurs que j'emploierai à Aleria, l'administration de 80 centigrammes de chlorhydrate de quinine en deux doses, à douze heures d'intervalle, renouvelée tous les trois jours. Le chlorhydrate étant un peu plus riche en quinine que le sulfate, nous approcherons ainsi de la dose de 1 gramme de sulfate de quinine indiquée par l'école italienne. Nous éviterons, j'espère, à cause de la solubilité très grande de ce sel, l'intolérance de l'estomac, ou la non-absorption partielle (1).

De plus, nous n'introduirons dans l'organisme, en plus de la quinine, que du chlorure, au lieu du sulfate ; nous savons combien les liquides organiques sont riches en chlorures et nous connaissons même l'action bienfaisante de ces sels, par les résultats qu'on obtient avec le sérum artificiel.

Il y a toujours, je le sais, à craindre certains troubles cérébraux que le médecin devra surveiller avec soin.

C'est en vue d'éviter ces accidents que Celli a expérimenté l'année dernière un nouveau sel de quinine, l'étyl-chloro-carbonate de quinine, nommé euquinine.

Dans une nouvelle brochure sur l'immunité de l'infection malarique, il a rendu compte des expériences faites sous sa direction par plusieurs médecins des régions contaminées.

(1) Ainsi que je l'annonçais, j'ai fait administrer à 38 vendangeurs occupés par moi dans la plaine d'Aleria, pendant la seconde et la troisième semaine de septembre, 80 centigrammes de chlorhydrate de quinine en deux doses tous les trois jours. Les femmes et les enfants n'ont dû prendre que 40 centigrammes. Tandis que les années précédentes plusieurs vendangeurs avaient pris de la fièvre, cette année il n'y en a eu aucun cas. Il convient de dire qu'au point de vue malarique la plaine d'Aleria a été relativement saine cette année. Comme je le prévoyais, le chlorhydrate de quinine n'a occasionné aucun trouble gastrique. Mais il y a eu des bourdonnements d'oreilles et des maux de tête. Il conviendra l'an prochain de diminuer un peu la dose.

Il donne le tableau suivant : sur 116 personnes traitées préventivement par l'administration quotidienne de 50 centigrammes d'euquinine, 12 seulement ont été prises de fièvre primitive, tandis que sur 271 ouvriers observés dans les mêmes conditions, mais n'ayant pas pris d'euquinine, 172 ont été atteints.

Avec l'euquinine, la proportion des fiévreux a donc été de 10,34 0/0 ; sans l'euquinine, elle a été de 63,46 0/0.

Ces résultats encouragent à de nouveaux essais. Malheureusement l'euquinine est un médicament cher. La fabrique de produits chimiques Zimmer de Francfort en a mis gracieusement un certain nombre de doses à ma disposition. Je ne pouvais mieux faire, pour que l'expérimentation fût irréprochablement conduite, que de remettre cette euquinine à mon excellent ami le docteur Battesti, de Corte, conseiller général d'Omessa, et au docteur Félix Battesti, de Bastia, médecin de la Compagnie des chemins de fer départementaux.

Je ne veux pas insister davantage sur l'immunité médicamenteuse.

J'ai hâte d'arriver à ce que Celli appelle la préservation mécanique, plus facile à obtenir, plus certaine, et en tout cas absolument inoffensive, n'imposant qu'un peu de régularité et de discipline à ceux qui y ont recours.

Ici je dois louer sans réserve les essais faits sur une grande échelle par les professeurs Celli et Grassi, auxquels nous devrons, sinon la désinfection de nos plaines, du moins la possibilité de les habiter avec plus de sécurité.

Il s'agit, dans les régions malariques, de garnir les ouvertures des maisons de mousseline ou mieux de toile métallique ne laissant pas passer les moustiques.

Déjà Manson avait fait construire, dans une des régions les plus malariques de l'Italie méridionale, une habitation en bois dont les fenêtres et les portes étaient garnies de toile métallique. Deux expérimentateurs, accompagnés de leurs domestiques, s'astreignirent à rentrer avant le coucher du soleil et à ne pas sortir avant le lever pendant plus de deux mois. Personne ne fut atteint de la fièvre. On sait que les anophèles ne piquent qu'au coucher du soleil et pendant la nuit.

Les expériences de Grassi et de Celli portent sur des centaines d'individus, employés des chemins de fer de l'Italie méridionale. En plus des maisons à ouvertures garnies de toiles métalliques, on mit à la disposition de ceux que leur service pouvait obliger à sortir la nuit, des capuchons également garnis par devant de mousseline ou de toile métallique pour la respiration et pour la vue.

Ce capuchon, en forme de sac, était serré au bas du cou sur le vêtement par une coulisse ; les mains étaient protégées par des gants de peau. Vous trouverez le récit détaillé de ces expériences dans le livre de

M. Neveu-Lemaire (1) pour celles de Grassi, et pour celles de Celli dans la brochure de ce savant (2).

La longueur déjà démesurée de cette communication ne me permet de vous en donner que très brièvement les résultats.

Les expériences de Celli commencèrent en 1899 et se continuèrent en 1900 :

1° Ligne de Prenestina à Salone : sur 52 employés, 50 furent indemnes.

2° Ligne de Castelgiubileo : sur 57, aucun ne fut atteint de la fièvre.

3° Ligne de Pontegalera : sur 42, seulement 3 furent malades.

4° Ligne d'Anzio : tandis que sur 39 personnes non soumises à la protection, 36 furent malades; dans deux stations protégées, 9 sur 9 et 8 sur 10 restèrent indemnes.

5° Ligne de Terracine, une des plus sujettes à la malaria : 28 personnes sur 30 échappèrent à la fièvre pendant toute la saison.

Même succès des expériences de Grassi sur la ligne de Pæstum ; dans la zone protégée, 109 sur 113 personnes indemnes, dans la zone non protégée, 6 seulement sur 279.

Je n'ai pas besoin d'insister sur les résultats pratiques de ces expériences; ce que je tiens à faire ressortir, c'est le service rendu à l'hygiène et à la science par les Compagnies des chemins de fer italiens qui ne reculèrent devant aucun sacrifice, pour les instituer.

On ne saurait trop admirer aussi la discipline à laquelle se soumirent des populations, plutôt ignorantes et incrédules, et dont la passive obéissance triompha du plus redoutable des obstacles, l'habitude.

L'exemple de l'Italie ne sera pas perdu pour la Corse. Déjà la Compagnie des chemins de fer départementaux a mis la quinine à la disposition de ses employés.

De plus, il y a quelques mois, l'éminent directeur des services administratifs de la Compagnie, M. Fontaine, a bien voulu m'assurer qu'il était prêt à faire adapter, aux maisons des gares, dans les stations les plus exposées, des fermetures en toile métallique selon les indications recueillies en Italie.

Enfin, les propriétaires corses des régions sujettes à la malaria ne manqueront pas non plus d'adopter les mêmes mesures pour préserver leurs colons et leurs ouvriers.

C'est là que s'arrête l'action de l'initiative privée.

La prophylaxie dont nous avons jusqu'ici parlé ne consiste qu'à se défendre contre les moustiques ou à se prémunir contre les effets nocifs de leur piqûre.

(1) NEVEU-LEMAIRE, *op. cit.*

(2) CELLI. *La nuova Profilassi della Malaria nel Lazio.*

On pourrait nous objecter que nous nous contentons de palliatifs.

Peut-on arriver à détruire les moustiques, ou à en diminuer du moins considérablement le nombre? La chose n'est possible que par l'assainissement même du pays. Car je ne veux pas parler de certains moyens de destruction, parfaits en théorie, s'ils sont appliqués dans un tonneau ou une cuvette, tels que la récolte des larves, ou leur empoisonnement par le pétrole. Ces moyens peuvent-ils sérieusement être proposés pour les marais de nos grands étangs, tels que Biguglia, Diana ou Urbino, pour les embouchures du Golo et du Tavignano, sans parler de cent autres rivières?

Pour cette œuvre, il faut l'intervention des pouvoirs publics; l'État seul peut appliquer un plan d'ensemble, sous une même direction, avec une autorité qui triomphe des obstacles soulevés par la routine, l'incurie et l'égoïsme. C'est ainsi que la connaissance des causes de la malaria peut conduire à des mesures législatives.

En Italie, on s'est mis à l'œuvre avec un zèle que l'on trouverait même excessif chez nous. Sans parler de la prohibition d'établir des rizières sur les points les plus peuplés, ou de faire macérer des plantes textiles, éditée depuis plusieurs années, une loi longuement discutée à la Chambre des députés et adoptée par le Sénat au mois de juin dernier, a pour titre : Loi pour diminuer les causes de la malaria.

Elle contient d'abord l'obligation pour les communes de fournir gratuitement la quinine — une quinine non frelatée — aux ouvriers des régions malariques ; et, comme le budget italien n'est pas plus riche que celui de certains pays voisins, elle fait, en fin de compte, payer la quinine par les propriétaires de ces communes.

Mais en même temps elle édicte que de grands travaux d'assèchement et de drainage seront exécutés dans les pays malsains aux frais de l'État, qui sera couvert au centuple de ses dépenses, ont dit dans un style lyrique les défenseurs de la loi, par l'accroissement de la population et les richesses que produiront ces contrées aujourd'hui incultes.

En France, il ne faudrait qu'un peu de ce beau zèle. Les ministres qui ont visité la Corse ont promis l'assainissement de ce pays qui a toujours su les charmer par une inoubliable hospitalité. Nos députés ne se sont pas fait faute de leur rappeler leurs promesses. Tout s'est jusqu'à présent évanoui devant les inexorables exigences du budget.

Quand verrons-nous l'assainissement de la plaine orientale? Espérons ce bienfait pour nos petits-neveux !

Quoi qu'il en soit de nos espérances et de nos déceptions, la science, toujours en marche, contribue chaque jour à l'amélioration de la condition humaine. Hier c'était la diphtérie vaincue par la sérothérapie ; nulle part ce progrès n'a été accueilli avec plus de reconnaissanee qu'en Corse où la diphtérie décimait périodiquement la population de certains villages.

Qu'il me soit permis en passant de rendre hommage à une initiative dont j'ai été témoin. A peine la découverte de Roux a-t-elle été connue, que la ville de Bastia (1) fut une des premières de France à ouvrir un laboratoire de bactériologie, mettant le sérum à la disposition de tous les médecins, laboratoire dont elle a confié la direction à notre savant confrèr le docteur Ramaroni.

Les découvertes dont je viens de vous entretenir nous permettent d'entrevoir le jour, hélas ! encore lointain, où la science rayera des cadres nosologiques la malaria, ce fléau qui, après la tuberculose, fait aujourd'hui le plus de victimes dans le monde.

M. le Dr S. LEDUC

Professeur à l'École de Médecine de Nantes

DE LA MÉTHODE DES ASPIRATIONS DANS LE TRAITEMENT DE LA TUBERCULOSE DU LARYNX [616.246]

— Séance du 10 septembre —

Au Congrès international de Médecine de Moscou, en 1897, et au Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences à Nantes, en 1898, nous avons présenté, pour le traitement des laryngites, un procédé, permettant aux malades d'introduire dans les voies respiratoires, les poudres médicamenteuses, sans l'emploi du laryngoscope, sans le concours du médecin, aussi fréquemment qu'il convient de le prescrire.

Le malade, avec une facilité, une sûreté, une perfection qu'il est impossible de dépasser, recouvre, aussi souvent qu'il convient, d'une couche parfaitement répartie de poudre médicamenteuse, la muqueuse du larynx, dont on peut ainsi réaliser un pansement permanent.

On emploie à cet effet un tube de verre décrit dans nos publications antérieures, par l'intermédiaire duquel on aspire la poudre, qui se trouve

(1) Dans le nouveau rapport sur la prophylaxie du paludisme que M. Laveran a lu devant l'Académie de Médecine au mois de décembre 1901, il signalait, ayant principalement en vue la Corse, l'urgence de former des Sociétés locales pour l'organisation immédiate de la défense contre le paludisme. Cet appel a été entendu. Il s'est créé à Bastia un comité qui s'occupe de mettre la quinine, non seulement comme moyen curatif, mais aussi comme préservatif à la disposition de ceux que leurs travaux appelleront cette année, pendant la saison malarique, dans les plaines de la côte orientale. M. Laveran a été nommé président d'honneur de ce comité.

entraînée par le courant d'air inspiré, et pénètre avec lui dans les voies respiratoires.

Lorsque le tube est bien conformé, la poudre convenable, et le traitement bien appliqué, il n'en résulte aucune gêne, ni nausées, ni toux. Le malade au contraire éprouve un soulagement immédiat.

Dans nos communications précédentes, nous avons insisté sur l'efficacité remarquable, dans le traitement de la laryngite tuberculeuse, des aspirations de di iodoforme, ou éthylène periodé, poudre jaune et sans odeur.

En 1898, nous disions : « Nous pouvons affirmer aujourd'hui que ce traitement guérit régulièrement les laryngites tuberculeuses, et les laryngites les plus graves ; nous l'avons appliqué à des malades ayant des laryngites tuberculeuses depuis plusieurs mois, complètement aphones, avec dysphagie des plus pénibles, dyspnée intense constituant un danger immédiat, les replis aryténo épiglottiques œdématiés de façon à ne laisser qu'une fente très étroite au passage de l'air ; nous l'avons appliqué à des larynx ulcérés, et dans tous les cas nous avons eu une amélioration rapide. Souvent l'amélioration est presque immédiate. En une semaine la dyspnée disparaît, la voix revient et les malades peuvent s'alimenter. »

Aujourd'hui, après avoir, depuis trois ans, appliqué la méthode dans un très grand nombre de cas, nous venons confirmer nos assertions d'alors. Nous n'avons pas eu, sous notre contrôle, un seul cas d'intolérance, pas un dans lequel le traitement n'ait donné des résultats très appréciés du malade. Dans tous les cas nous avons obtenu la disparition rapide des symptômes les plus pénibles, la dysphagie et la douleur, des symptômes les plus menaçants, l'œdème et la dypsnée. Depuis que nous employons les aspirations de di iodoforme, nous n'avons pas eu une seule fois à trachéotomiser un malade atteint de laryngite tuberculeuse, nous n'avons plus vu mourir de malade par asphyxie laryngée. Toutes les fois que les lésions pulmonaires l'ont permis, les guérisons obtenues se sont conservées n'exigeant pour se maintenir que la reprise des aspirations à la réapparition du premier symptôme.

Après trois années d'expérience nouvelle, nous venons répéter nos conclusions de 1898 en disant :

« Nous considérions autrefois la laryngite tuberculeuse comme une des localisations les plus graves de la tuberculose, comme une des plus désespérantes au point de vue des résultats thérapeutiques. Depuis que nous employons les aspirations laryngées de di iodoforme, nous considérons la laryngite tuberculeuse comme la manifestation la plus facile à guérir de la tuberculeuse. »

Beaucoup de médecins confondent les aspirations avec les insufflations de poudres, nous ne saurions trop nous élever contre cette confusion ; tandis

que l'examen laryngoscopique, après les aspirations, montre toujours la muqueuse du larynx parfaitement recouverte de poudre, nous n'avons jamais pu constater après les auto insufflations, la pénétration dans le larynx de la moindre parcelle du médicament, que l'on voit répandu sur l'épiglotte, la base de la langue et le pharynx; il n'est donc pas surprenant que le traitement par insufflation n'ait aucune efficacité ; c'est commettre une grande erreur que de juger par lui l'efficacité des aspirations,

Tous les cas d'intolérance qu'il nous a été donné de constater étaient dus à des imperfections du traitement et disparaissaient complètement avec ces imperfections.

Dans quelques cas des tubes défectueux rendent le traitement difficile. Dans d'autres, les malades, ne sachant pas placer leur tube, ferment la lumière de la crosse par la base de la langue, ce qui provoque des nausées et rend l'aspiration difficile. La cause la plus fréquente d'intolérance est l'emploi de di iodoforme en poudre cristallisée, les cristaux se piquent dans la muqueuse et provoquent après chaque aspiration un accès de toux pénible ; cet inconvénient disparaît complètement dès que l'on emploie de la poudre bien impalpable.

En terminant nous signalons une excellente étude sur le : *Traitement de la laryngite tuberculeuse par les aspirations laryngées de di iodoforme*, communiquée en mai 1900, à la Société française de Laryngologie, par le docteur Massier, de Nice. Les observations du docteur Massier révèlent des résultats en tous points conformes aux nôtres et, pour terminer, nous citerons une partie de ses conclusions :

« Peut-être — dit-il — devons-nous au hasard de tels succès thérapeutiques, car, en présence d'une affection aussi grave que la laryngite tuberculeuse, on ne peut se départir d'un certain scepticisme vis-à-vis d'un traitement purement médical, qui semble assurer un succès presque constant. Nous avons trouvé dans les aspirations de poudre de di iodoforme, un auxiliaire précieux et à effet presque immédiat. »

MM. les Drs L. CAMOUS et E. GAYRARD

à Nice

LA TUBERCULOSE PULMONAIRE ET LA RIVIERA FRANÇAISE

[616.246 : 44.94]

— Séance du 10 septembre —

Le Dr Camous empêché au dernier moment a bien voulu me charger du soin de vous lire la communication qu'il se proposait de vous faire. C'est une simple note, d'ailleurs, rédigée simplement dans le but de prendre date, pour un travail plus considérable que prépare actuellement la Société médicale de la Riviera Française, nouvellement fondée.

Nous savons que la base du traitement de la tuberculose pulmonaire est de vivre jour et nuit dans un air constamment pur, constamment renouvelé.

La Climatothérapie se fait par :

1° Le séjour dans les Stations d'hiver ;

2° Le séjour dans un climat d'altitude ;

3° Le séjour dans un climat marin.

Ce traitement est long, difficile et onéreux. Il s'adresse surtout aux fortunés de la vie, aux riches, à ceux qui peuvent toujours réaliser cette ordonnance du médécin, si facile pour les uns, si lugubrement triste pour les autres :

« Grand air, repos, suralimentation. »

Heureusement les dispensaires créés ces derniers temps ont donné de tellement bons résultats qu'ils vont se propager.

La question du traitement de la Tuberculose du début chez les malheureux deshérités de la fortune aura peut-être ainsi sa solution.

Pour l'instant la discussion de la climatothérapique ne paraît devoir s'appliquer qu'à la classe aisée de la société.

Et la question que nous posons est la suivante : Où enverrons-nous nos tuberculeux ?

Un malade se présente : il a maigri ; il ne se sent plus en train ; la percussion donnne une obscurité de son à l'un des sommets : la respiration est rude, l'expiration saccadée. Il y a ou il n'y a pas encore de sous-crépitants secs. On porte le diagnostic de tuberculose. Il faut instituer

un traitement. La famille et le malade vous demandent une cure de climatothérapie.

Le malade étant à peine à cette phase de début, à cette prétuberculisation, il est dangereux de l'envoyer dans un sanatorium d'altitude. Dangereux parce que vous l'exposez à des chances presque certaines de contagion et de réinfection. Dangereux parce que vous lui donnez des compagnons et des voisins qui lui seront ou indifférents ou désagréables et du commerce desquels il souffrira.

Est-ce que notre malade n'a pas besoin avant tout du repos moral, de la tranquilité absolue d'esprit ?

Le récréerez-vous en lui montrant constamment, cinématographe vivant, toutes les phases de sa maladie ? Nous connaissons tous la lettre si souvent reproduite de ce médecin en traitement à Davos :

« L'impression générale est loin d'être la tristesse ; elle est quelque chose de mieux que la gaiété... les malades plaisantent et rient à journées entières ».

Est-ce bien là la note générale ?

Hélas, non !

Et ce tuberculeux, oserez-vous l'envoyer brusquement en plein hiver à une altitude qui est de 1.560 mètres pour Davos et 1.892 pour Arosa ?

Et quelle sera la durée de ce séjour ? « Le temps nécessaire », répond Brehmer. Sachons que ce temps nécessaire varie de dix-huit mois à deux ans.

D'ailleurs les contre-indications sont nombreuses : une tuberculose trop avancée, une dyspnée intense, les affections du cœur (par la raréfaction de l'air, les battements du cœur sont accélérés), les tuberculoses laryngées, les emphysémateux et les artérioscléreux, les éréthiques.

Il y a donc lieu de s'étonner de l'engouement dont ont bénéficié les Sanatoriums durant le cours de ces dernières années. On a fait grand bruit autour de cette méthode nouvelle de cure et les enthousiastes n'étaient pas loin de proclamer, il y a peu de temps encore, qu'avec les Sanatoriums les dangers de la tuberculose étaient considérablement diminués.

Mais si on observe de plus près les résultats obtenus, on se convainc aisément que les progrès réalisés de ce chef ont été bien illusoires. Nous savons par expérience ce que valent les statistiques publiées. Les statistiques ne valent pas seulement par les chiffres. Le Sanatorium ne reçoit que le tuberculeux à la première période, le tuberculeux curable. En admettant même, ce qui n'est pas, que le régime imposé aux malades dans ces établissements exerce sur la marche de la maladie une influence favorable, il n'en reste pas moins acquis que la cure d'altitude ne s'adresse qu'au plus petit nombre.

Outre que les Sanatoriums sont loin de répondre à tous les desiderata

d'hygiène, d'aérothérapie, d'installation et de climat, ce qui manque surtout aux malades, c'est cet air pur et vivifiant ensoleillé de notre littoral où le malade renaît à la santé de ce seul fait qu'il vit en plein air.

Les vrais hygiénistes se trouvent mieux des résultats obtenus dans le pays du soleil que dans les pays montagneux, exposés aux vents glacés du Nord et aux brouillards débilitants.

Après ces considérations, on s'étonne qu'on ait voulu dépouiller les stations d'hiver de la Riviera de l'influence bienfaisante qu'on leur a toujours reconnue sur l'évolution de la Tuberculose. On leur adresse bien des reproches, et les objections ont été accumulées pour détourner les malades et les valétudinaires du Littoral Méditerranéen.

Nice, en particulier, a été l'objet des attaques de détracteurs partiaux coalisés contre elle. On a trouvé que Nice est une ville de plaisirs ; on a dit et redit que le spectacle des fêtes brillantes, les variétés si nombreuses de distractions toujours nouvelles, constituent un danger très grand pour le malade trop faible pour résister aux attraits de plaisir si largement semés sur sa route. Sans doute, Nice n'est pas seulement le rendez-vous des affaiblis et des surmenés ; il y a évidemment un élément mondain très dense et nous n'avons aucune peine à reconnaître que tout a été réussi, ici, pour que les hivernants y trouvent tout le confort désirable. Il n'en est pas moins vrai que Nice, qui a su s'adapter avec tant d'intelligence et de goût aux besoins et aux aspirations de ses hôtes, offre à un très haut degré tous lês avantages aux malades et aux valétudinaires.

Ici, tout d'abord, pas de considération de saison pour l'envoi du malade. Tout le long de la Riviera s'étagent des villas confortablement installées, toutes face au soleil, de grandes pièces, des trouées de soleil éclatant.

La senteur des pins, la multicoloration des fleurs, un ciel qui chante la joie dans sa pureté immaculée, tout contribue à placer le malade dans une atmosphère douce et amie.

La villa est bien aménagée : c'est un sanatorium non de prison mais de gaieté. Il serait oiseux de rappeler ici les avantages du climat de la Riviera. A Nice, le thermomètre descend rarement au-dessous de zéro et il importe de remarquer que les saisons se succèdent sans changements brusques, les différences de température d'un mois à l'autre étant de 2° 5 environ. La température moyenne à Nice est de 13° à 14°. Relevons en passant l'erreur du Bulletin international de météorologie. La température communiquée en hiver aux journaux par ces bulletins sous le nom de température de Nice, est, en réalité, celle de l'observatoire du Mont-Gros, qui est situé à plus de 300 mètres d'altitude.

Aussi, M. le docteur Huchard faisait-il, dans une de ses remarquables leçons à l'hôpital Necker, un chaleureux appel en faveur des stations d'hiver de la Côte d'Azur. D'ailleurs, les défenseurs résolus des Sana-

toriums, eux-mêmes, ont toujours reconnu les avantages de notre climat. Ce sur quoi ils insistent surtout pour établir la supériorité du Sanatorium, c'est l'obligation absolue, dans laquelle se trouve le malade, de suivre ponctuellement les prescriptions du médecin. « Dans nos sanatoriums, le malade est discipliné, militarisé, nous le tenons durant les 12 heures de la journée, et il obéit. » Mais cet argument n'a qu'une valeur relative.

Il est bien entendu que les malades qui partout ailleurs suivent les règles et les conseils du médecin, ne doivent pas, du seul fait qu'ils jouissent d'un climat exceptionnel comme celui de la Riviera, se croire autorisés à passer outre aux prescriptions médicales et aux exigences du traitement.

Il faut s'adapter à la Riviera, comme on s'adapte à toute station thermale ou estivale. Vivre à Nice ne suffit pas, encore faut-il savoir user de ses avantages.

Beaucoup de malades en venant sur le littoral manquent le but qu'ils s'étaient proposé, justement parce que, ne s'en remettant pas aux conseils d'un médecin, ils s'installent au hasard, et qu'attendant tout du climat, ils vivent sans règle établie.

C'est dire que le premier devoir du malade à son arrivée sur la Riviera est de se confier à un médecin qui l'éclairera de ses conseils et le dirigera. A Nice, en effet, comme partout ailleurs, il y a non seulement une topographie médicale, mais aussi une journée médicale. Le laps de temps durant lequel les malades doivent sortir est compris entre l'heure qui suit le lever du soleil et la demi-heure qui précède son coucher. C'est là une considération de très haute importance. Durant la journée, l'atmosphère est sèche, mais après le coucher du soleil, sur tout le littoral, par suite du refroidissement, il se produit de l'humidité. On sait l'influence nuisible de l'humidité atmosphérique sur la fonction pulmonaire.

Les détracteurs du littoral méditerranéen n'ont pas manqué d'en tirer des arguments en faveur des Sanatoriums.

Immédiatement détruisons une légende : les médecins de la Riviera, disent-ils, laissent sortir leurs malades jusqu'au soir. Il n'est certainement pas un médecin à Nice qui ne prescrive et n'ordonne formellement la rentrée dans le *home* avant la tombée du soleil.

Après le coucher du soleil, il se produit de l'humidité, c'est entendu, mais il ne s'en produit qu'à ce moment-là seulement, tous les médecins le savent, tous en ont prévenu leurs malades. Pour notre part, nous estimons que c'est la première indication que doit recevoir le malade à son arrivée sur le littoral. L'examen approfondi du malade dictera les prescriptions, mais il est certain que c'est moins à la thérapeutique proprement dite qu'à une hygiène bien comprise que l'on demandera le relèvement des forces du débilité.

La question de l'installation, ici, a une importance considérable. Nice, en effet, au point de vue médical se divise en trois zones :

1° La zone maritime essentiellement tonique et excitante ;

2° La zone de la plaine qui est tonique ;

3° La zone des collines qui est tonique et sédative.

Le voisinage de la mer, c'est-à-dire la Promenade des Anglais, le Jardin Public, le quai du Midi, le Lazaret seront recommandés aux malades languissants, ayant des sécrétions et des exaltations profuses.

Aux nerveux, aux éréthiques, on conseillera, au contraire, un logement éloigné de la grève : Cimiez, Carabacel, Saint-Philippe, avec leurs villas exposées au Midi seront préférées.

Le malade, ainsi judicieusement dirigé, tirera fatalement un très grand profit de son séjour sur le littoral.

Comme on l'a dit, tout est réuni dans cet heureux pays pour impressionner doucement le moral et le physique du malade ; la chaleur féconde du soleil, la mer immense, les beaux arbres, le parfum des fleurs, le ciel d'azur.

Le séjour dans les villes d'hiver constitue, en somme, la cure climatothérapique de choix.

M. le Dr X. DELORE

Ancien Chirurgien major de la Charité, à Lyon.

CRISTAUX EN FEUILLES DE FOUGÈRE. AVEC ÉLIMINATION D'URÉE DANS LES CRACHATS DE GRIPPE [616.938]

— Séance du 10 septembre —

En examinant au microscope des *crachats* d'une personne atteinte de *grippe*, j'ai trouvé en grande quantité des *cristaux* très nets, affectant la forme de feuilles de *fougère*. Le cas m'ayant paru intéressant et peu connu, j'en ai fait l'objet d'une petite étude.

Observation. — X... sujet arthritique et âgé, contracte la grippe le 20 mars 1901. Cette affection, avec quelques péripéties, se termina à la fin du mois de juillet. Pendant cet espace de temps la susceptibilité au refroidissement fut étrangement grande, quoique l'état général complètement apyrétique se maintint dans d'excellentes conditions sous tous les rapports ; les digestions se faisaient

bien et l'urine avait une limpidité parfaite ; mais le plus léger courant d'air déterminait instantanément du coryza et des quintes de toux pénibles et prolongées.

L'*expectoration* était généralement rare ; elle ne dépassait guère 20 à 30 grammes par jour, quoique les envies de tousser fussent incessantes, avec une sensation brûlante et douloureuse, sur tout le trajet de l'arbre bronchique.

Les *crachats*, pendant toute la durée de l'affection, avaient un goût *très salé*, étaient spumeux, fortement aérés; leur mucus était d'une grande transparence et sans opacité; frais, ils étaient dépourvus d'odeur et ne bleuissaient pas le papier de tournesol rougi.

L'examen *bactériologique* a été fait par M. MÉRIEUX ; voici la notice qu'il m'a remise :

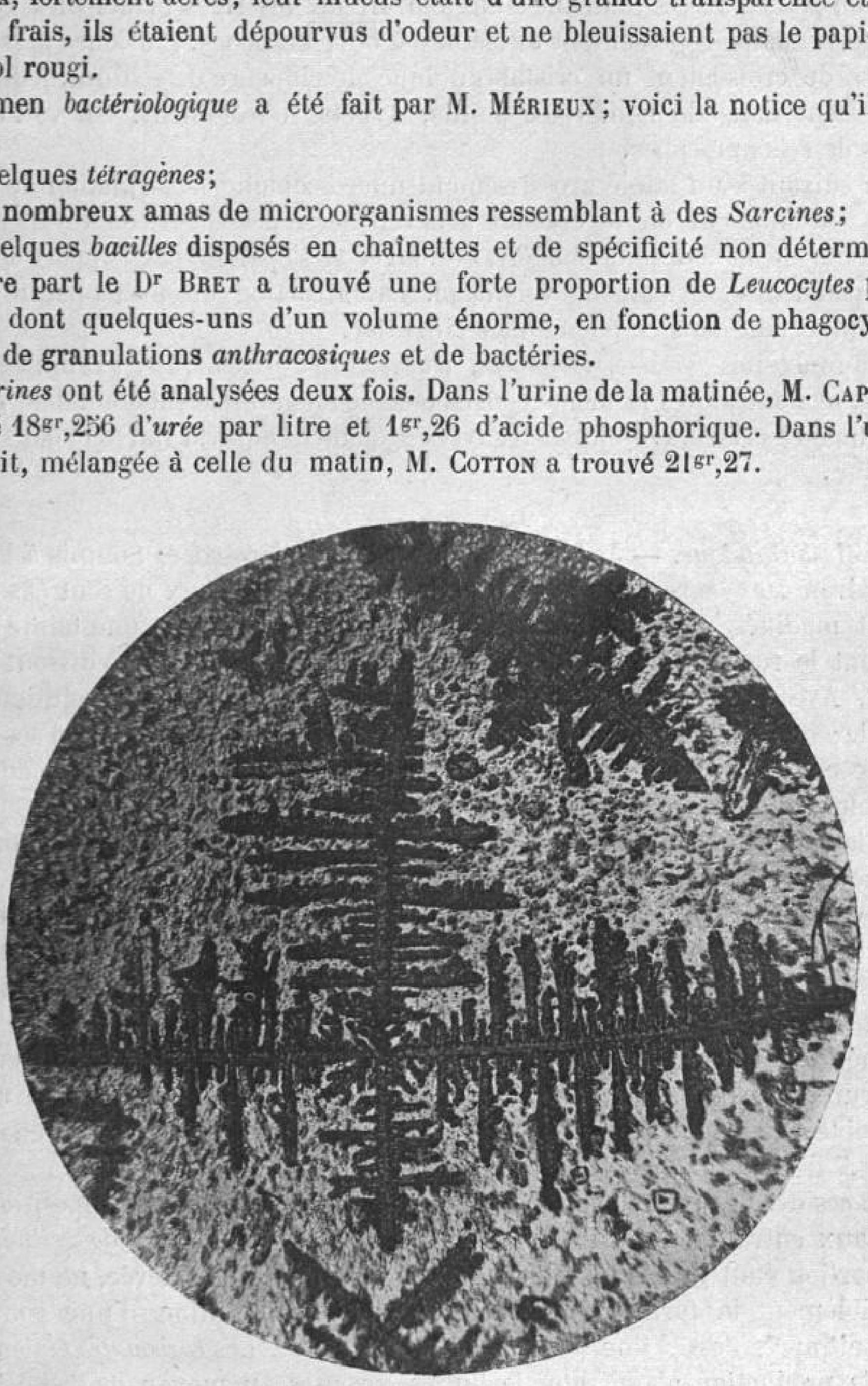
1° Quelques *tétragènes*;

2° De nombreux amas de microorganismes ressemblant à des *Sarcines*;

3° Quelques *bacilles* disposés en chaînettes et de spécificité non déterminée.

D'autre part le Dr BRET a trouvé une forte proportion de *Leucocytes* polynucléés, dont quelques-uns d'un volume énorme, en fonction de phagocytose, remplis de granulations *anthracosiques* et de bactéries.

Les *urines* ont été analysées deux fois. Dans l'urine de la matinée, M. CAPITAIN a trouvé 18gr,256 d'*urée* par litre et 1gr,26 d'acide phosphorique. Dans l'urine de la nuit, mélangée à celle du matin, M. COTTON a trouvé 21gr,27.



Le 15 mai, précisément au moment où la température était devenue chaude, les gouttes de *sueur* devinrent très *mordicantes* en même temps que la toux fut plus *âcre* et plus pénible. M. DELORE soupçonnant alors la présence des

sels ammoniacaux dans les *crachats,* en fit dessécher à l'air libre sur des lamelles de verre. Il découvrit alors des *cristaux* en forme de *feuilles de fougère,* en quantité tellement considérable, qu'ils recouvraient exclusivement toute la surface de la plupart des préparations.

Ces innombrables cristaux présentaient des *dimensions* très variables ; les uns étaient extrêmement petits et délicats; les autres se voyaient à la loupe et même à l'œil nu. Ils étaient brillants. Leur *forme* était généralement *cruciale,* avec de petites arêtes tombant à angle droit sur les tiges principales. Quelques-uns, cependant, représentent une étoile à cinq branches. Plusieurs possèdent au centre de croisement un cristal cubique de chlorure de sodium, lequel existe également dans de nombreux points, à l'état d'isolement. On voit aussi des amas de sels amorphes.

En suivant à un faible grossissement microscopique la formation de ces cristaux, au moment où le crachat achevait de se dessécher, on voyait les divers éléments de la feuille de fougère s'allonger et s'épaissir par l'apport de tous les matériaux existant dans le voisinage. La rétraction du *mucus* paraît jouer un rôle important dans ce phénomène singulier.

Les mucosités *nasales, laryngées, trachéales* et *bronchiques,* examinées séparément, avaient toutes la même consistance, le même aspect et donnaient naissance aux mêmes cristaux. Je les ai trouvées également dans la salive et dans un dépôt d'urine.

Analyse chimique. — Je l'ai faite d'abord au microscope. Soumis à la chaleur d'environ 200 degrés, sur la plaque de verre, les cristaux ne sont pas sensiblement modifiés, quoique les substances voisines prennent une teinte brune et sentent le roussi. Une goutte d'eau, surveillée au microscope, dissout les cristaux. Avec une goutte d'acide chlorydrique étendu, cette dissolution est plus rapide; elle s'accompagne *instantanément* de nombreuses bulles d'acide carbonique et, après évaporation, le champ du microscope est couvert de cristaux de chlorure de sodium et les fougères ont disparu.

A la suite de la dissolution de la plupart des cristaux, on aperçoit comme une trame colorée qui en reproduit la silhouette.

Poursuivant cette analyse, au point de vue exclusif de la présence des sels *ammoniacaux,* M. Cotton, par simple ébullition des *crachats,* a obtenu des vapeurs qui ont bleui le papier de tournesol rougi. Ayant soumis à la distillation, 38 grammes de crachats, il obtint 20 centimètres cubes d'un liquide qui lui a donné $3^{cmc},5$ d'*azote* avec l'hypobromite de soude. Dans le résidu, composé de chlorure, de sulfate et probablement de phosphate d'ammonium et de magnésie, il a obtenu $8^{cmc},2$ d'*azote.* En tout, les 38 grammes de crachats contenaient donc $11^{cmc},7$ d'*azote.*

De ces diverses réactions, on peut conclure que dans la composition de ces cristaux entraient les substances suivantes : 1° Le *chlorure de sodium,* dont la proportion était prédominante, puisqu'une température élevée, ne modifiait pas sensiblement la forme cristalline, et puisque l'addition d'une goutte d'eau donnait après dessication des cristaux cubiques ; 2° Les *carbonates* étaient décelés par la production abondante de bulles gazeuses au moyen de l'addition d'une goutte d'acide chlorydrique ; 3° Le *carbonate d'ammonium* était démontré par le bleuissement du papier rouge de tournesol à la simple ébullition ; 4° L'existence *d'autres sels ammoniacaux* dans le résidu, était encore prouvée par la production d'*azote* au moyen de l'hypobromite de soude.

L'analyse n'ayant pas été poussée plus loin, on ignore la proportion de ces divers sels et si j'admets la présence du carbonate de soude, c'est parce que le sujet avait absorbé pendant un certain temps et chaque jour, un litre d'eau de Vichy contenant 10 grammes de ce sel.

Remarques. — Mes nombreuses préparations ont passé sous les yeux de plusieurs médecins qui tous m'ont déclaré n'avoir jamais observé le phénomène.

Ce fait prête à plusieurs considérations.

Et d'abord la disposition en *feuilles de fougère* des crachats desséchés de la bronchite n'a pas été signalée dans les divers ouvrages que j'ai parcourus. Du reste, je me hâte de dire. qu'elle ne fait pas partie des sept types cristallins primitifs, c'est une forme secondaire et accidentelle, commune à plusieurs sels, mais qu'affectent de préférence ceux qui sont à base d'ammoniaque. Dans mes préparations, la disposition dentritique était si accentuée, qu'elle semblait indiquer une grande proportion de ces sels; il n'en était point ainsi, car l'analyse a démontré que la quantité la plus considérable était constituée par le chlorure et le carbonate sodique. Néanmoins, il est probable que la présence des sels ammoniacaux a contribué à accentuer le phénomène, il en a été de même du mucus. Je dois dire cependant que parmi les sels qui cristallisent de la sorte, Berzélius a signalé le carbonate de soude et Robin et Verdeil le chlorure de sodium.

Je n'ai examiné comparativement que les crachats de deux malades du service du professeur Bondet; j'y ai trouvé les feuilles de fougère difficilement et en petite quantité. Il est vrai de dire que leur expectoration différait de celle du sujet de notre observation; les crachats étaient opaques, épais et abondants. De plus, plusieurs autres conditions, dont j'ai parlé, faisaient défaut; mes recherches sont donc fort incomplètes à cet égard et devront être reprises par des observateurs mieux en situation que moi; mais déjà je crois pouvoir résumer les conditions propices au phénomène: *crachats muqueux, transparents, fertiles en microorganismes, chez un sujet âgé, arthritique, affecté d'une grippe tenace, sans élévation de température.*

La seconde question que je désire examiner est celle de la présence des *sels ammoniacaux* et de leurs rapports avec l'*élimination* de l'*urée*.

Il est prouvé que les cristaux que j'ai obtenus, en si grande quantité pendant quatre mois, contenaient des sels ammoniacaux, comme le carbonate d'ammonium, volatil à l'ébullition, et d'autres que M. Cotton a décelés dans le résidu par le procédé d'Yvon; quelle est leur provenance? Sans nul doute, ils proviennent du *passage de l'urée* dans les crachats bronchiques.

Cette substance qui vient de la *désassimilation des éléments anatomiques*, par catalyse dédoublante, s'élimine surtout par l'urine, mais les recherches

de Robin et Verdeil ont démontré son passage dans toutes les sécrétions ; il n'y a donc rien d'étonnant à ce qu'elle se rencontre dans les crachats de la bronchite d'un sujet manifestement arthritique. Du reste cet acte d'élimination supplémentaire s'exerçait d'une façon restreinte et nullement comparable à l'émonctoire urinaire. Le sujet émettait un litre et demi d'urine, qui correspond à 30 grammes d'*urée*. Or, d'après les calculs de M. Cotton, un litre de crachats en eût contenu seulement $0^{gr},80$. Mais comme il n'expectorait par jour, au plus que 30 grammes, il n'éliminait, par la surface bronchique, qu'une proportion 33 fois moindre, c'est-à-dire environ $0^{gr}024$, quantité tout à fait insignifiante au point de vue de l'équilibre physiologique. Le sujet n'était donc pas *urémique*, d'autant plus que ses reins éliminaient la proportion normale d'*urée*. M. Bouveret est très affirmatif à cet égard, le signe essentiel de cet état pathologique est un abaissement de la proportion d'*urée* dans l'urine.

A l'état normal, le sang de l'homme contient en moyenne $0^{gr},013$ d'*urée* par litre. L'alimentation double ou triple cette proportion sans inconvénient appréciable. Chez les *urémiques*, Jacobsen a trouvé $0^{gr},10$ et même $0^{gr},80$, et dans ces cas l'*urée* des *urines* descend au-dessous du chiffre de 12 grammes, tandis qu'un homme bien portant doit en éliminer 20 à 40 grammes en vingt-quatre heures.

Les *causes de l'accumulation de l'urée* et de l'*activité de son élimination* sont un chapitre de pathogénie fort intéressant, mais entouré d'obscurités ; il ne m'appartient pas de trancher les difficultés ; je me bornerai à signaler les opinions émises.

Parkes a depuis longtemps prétendu que l'*usage des alcalins* et du *sel marin*, facilitait le *départ* de l'urée, en activant la désassimilation des éléments anatomiques.

Quant à l'*accumulation* de ce principe azoté, elle peut être produite par l'emploi des *opiacés*, d'après Richardson et Lancereaux. On croit généralement que les *travaux intellectuels* trop intenses produisent le même effet. En outre, les recherches d'Henry et L'Héritier ont démontré que l'urée existait en proportion plus considérable dans le sang des *goutteux* et des *rhumatisants*.

Je ferai simplement remarquer que toutes les conditions que je viens d'énumérer étaient réalisées chez le sujet de notre observation et c'est peut-être à la réunion de toutes ces circonstances qu'il faut attribuer cette *cristallisation bizarre et insolite*.

Un problème à résoudre est celui de savoir dans quel état chimique les *déchets azotés* à éliminer abordent la *surface bronchique ?* Sont-ils à l'état d'*urée* ou de *carbonate d'ammonium ?* Cette dernière opinion a été soutenue

autrefois par Frerisch qui attribuait l'éclampsie à la toxicité de ce sel. Claude Bernard et Picard, tout en prouvant que le carbonate d'ammonium existe dans le sang, lui nient toute propriété malfaisante. S'il est dans le sang, il n'y a rien d'étonnant à ce qu'on le constate dans les crachats.

On peut aussi se demander comment se sont constitués les sels ammoniacaux révélés par l'analyse ?

Si les principes azotés sont apportés par le sang aux bronches à l'état d'*urée*, au moment précis de la sécrétion du *mucus*, comment se fait-il que par l'analyse, nous les trouvions à l'état de *carbonate*, ou autres sels ammoniacaux ? Cette décomposition de l'*urée* par son caractère mystérieux a toujours eu le don de surexciter la curiosité des médecins.

Dans l'urine, l'urée se décompose, peu après son émission, par le micrococcus *ureæ*. Cette décomposition se fait également en faible quantité dans le sang, ainsi que l'ont démontré Frerisch et Claude Bernard, mais certaines conditions pathologiques sont sans doute nécessaires (1). Dans le cas présent, on est en droit de penser que la décomposition de l'urée a commencé à la surface des bronches, au début de l'exsudation muqueuse et qu'elle s'est parachevée jusqu'au moment où le crachat desséché a abandonné ses cristaux sur la plaque de verre.

Quoi qu'il en soit, il est intéressant de chercher quel est l'agent de la transformation de l'urée soit dans le sang, soit au moment de son élimination bronchique ? Miquel a démontré que neuf espèces de bactéries jouissaient de la propriété de dédoubler l'*urée* et que leur action avait jusqu'alors passé inaperçue. Elle est due à une diastase que Musculus a décrite sous le nom d'*Uréase*. D'après Parkes, le *mucus* seul suffit pour cette transformation ; mais il est bien évident que celui de notre sujet avait cette vertu à un haut degré, puisqu'il contenait des *Bacilles* et des *Sarcines*, qui ont été spécialement signalés par Miquel, comme ayant le pouvoir de provoquer la fermentation ammoniacale de l'*urée*.

(1) Il est incontestable que de nombreux microbes circulent constamment dans le sang et que la phagocytose paralyse la plupart de leurs manifestations.

M. le Dr CHALLAN de BELVAL

Médecin principal en retraite, à Marseille.

A PROPOS DE L'IMPALUDISME AU CONGRÈS D'AJACCIO

[616.936 : 45-9]

— Séance du 10 septembre —

Dans son pressant appel à l'assainissement des plaines orientales de la Corse, mon très respectable collègue de l'armée, le docteur Costa de Bastelica, de l'Académie de Médecine, a pleinement démontré les lugubres conséquences de l'abandon du superbe pays qui, sur une longueur de de 150 kilomètres et sur une largeur moyenne de 8 kilomètres, entre Bastia et Bonifacio, fut, sous la domination romaine, le groupement des centres les plus habités de la Corse. Les Romains, par un superbe système de drainage, avaient assuré l'écoulement régulier des eaux vers la mer; et la terre était ainsi devenue leur grenier d'abondance. Les Vandales, les Goths, les Sarrazins ont tout détruit. Les Génois, en accaparant les grandes propriétés, se sont montrés si durs, que les habitants, très disposés à refaire ce qui avait été détruit, ont dû quitter la plaine pour se réfugier dans la montagne. Le pays est ainsi devenu le désert pestilentiel qu'il est actuellement encore. L'expérience est probante ; il suffirait de la reprendre, et d'assurer l'écoulement des eaux stagnantes pour lui rendre, avec la salubrité, la superbe activité dont il jouissait sous les Romains.

De fait, c'est bien de tout temps que la douloureuse épreuve a fixé la pathologie de la malaria, qu'elle a définitivement prouvé l'action néfaste des eaux stagnantes et du soleil, alors surtout que les eaux douces sont mélangées d'eau de mer, ainsi qu'il arrive à l'embouchure des fleuves de la côte orientale de Corse, impuissants à résister, en raison de la lenteur de l'écoulement, à la stagnation et au mélange avec l'eau de mer.

N'est-ce pas, du reste, cette même épreuve qui a démontré les rapports précis de la malaria avec d'autres maladies, dites infectieuses, telles, par exemple, que le rhumatisme, la dysenterie et surtout la fièvre récurrente (que d'ailleurs la constatation, faite surtout par *Heydenreich*, des spirilles du sang a si nettement rapprochée du paludisme) qui s'observent également dans tous les pays où l'insalubrité du sol et la misère d'une race incapable de lutte créent les plus redoutables foyers de la décomposition putride du sol.

Sans aucun doute, mon savant camarade, le médecin principal Laveran, a nettement fixé la pathogénie de l'impaludisme, en montrant la spécificité nocive de certains sporozaires qu'il a découverts dans le sang sous leurs différentes formes sphériques, flagellées, en croissant ou en rosace. Il n'en est pas moins évident que ces sporozoaires, comme sans doute aussi les spirilles de la fièvre récurrente, ne sont rien qu'une conséquence, sinon un produit immédiat, de la décomposition des matières organiques du sol sous l'action de l'eau stagnante et de la chaleur. Les terrains sablonneux, les terrains secs ne créent pas la fièvre, parce qu'ils ne se décomposent pas ; il ne la donnent qu'exceptionnellement alors que des terres neuves mises à jour se trouvent, du fait de l'humidité atmosphérique et du soleil, dans les meilleures conditions pour développer leurs germes. Les *inoculations* des sporozoaires de Laveran n'ont pas, que je sache, nettement déterminé la fièvre intermittente. Et sa découverte n'est peut-être que la démonstration précise des conséquences anatomo-pathologiques de l'introduction, dans le sang, d'une toxine spéciale formée de la décomposition putride des matières organiques du sol.

Quoi qu'il en soit, rien de plus rationnel, que d'admettre l'inoculation par les moustiques, d'autant plus abondants que la décomposition organique fournit à leurs œufs les meilleures conditions d'un développement sans entraves, et d'autant plus nocifs qu'il peuvent plus facilement se gorger du produit toxique de la décomposition et l'inoculer par leurs piqûres. N'est-ce pas ainsi, peut-être, par les moustiques chassés par les vents loin de leur centre habituel d'évolution, que peut parfois s'expliquer l'apparition de manifestations paludiques variées, là même où elles ne sont que très rarement constatées. Les moustiques, du reste, ne sont pas, bien évidemment, les seuls agents propagateurs. On a constaté la fièvre intermittente là même où ils sont complètement inconnus, notamment dans certaines régions du Jura, au voisinage des salines par exemple.

Que si, d'autre part, on doit admettre que la nature donne, à tout être vivant, les moyens d'entretenir la vie, c'est-à-dire qu'elle le dote d'armes assez puissantes pour se défendre efficacement, n'est-ce pas la meilleure explication, autant de la durée variable de l'incubation que de la variété symptomatique de la manifestation ? Que l'intoxication soit subite ou retardée, le poison est cependant le même, la diversité de sa manifestation n'est rien autre qu'une preuve de la résistance plus ou moins énergique, plus ou moins heureuse, que lui opposent nos phagocytes. C'est une question de résistance individuelle. La périodicité elle-même n'est rien que l'expression de cette résistance, ou mieux de la résistance opposée par la toxine à la formation des éléments vivants chargés de la lutte pour la défense de l'organisme. Que tels individus *fassent* des accès quotidiens, tierces ou quartes, que tels autres soient atteints de manifestations algides

ou *diaphorétiques*, syncopales ou comateuses, apoplectiques, ou cachectiques, le poison est le même, car la vie organique n'est rien qu'un échange moléculaire plus ou moins actif, plus ou moins impressionné, suivant qu'il s'agit de tels ou tels individus. La diversité d'action n'est, en réalité, qu'un modus en rapport autant avec l'énergie et la valeur de l'attaque qu'avec l'énergie et la valeur de la défense. On peut être empoisonné par un seul moustique alors que l'organisme est incapable d'opposer une efficace résistance à l'action du poison inoculé. De même, et cela arrive fréquemment, on peut être piqué par des nuées de moustiques qui laissent l'organisme indemne de tout accident autre qu'une manifestation locale. Et le seul moyen, véritablement efficace, de conjurer les dangers des piqûres de moustiques est de les empêcher de se gorger du produit toxique de la décomposition putride des matières organiques du sol, c'est-à-dire d'empêcher cette décomposition putride. C'est du reste aussi le meilleur moyen d'entraver leur exubérante pullulation.

La plaine de la Mitidja était, il y a quelques années à peine, le principal foyer de l'impaludisme en Algérie. La conquête française en a fait un admirable centre de féconde culture et de croissante prospérité. Quand les pionniers de la civilisation, les Pères Blancs de l'Afrique équatoriale comme les Trappistes des Dombes et de la Sologne, demandent au quinquina, et tout particulièrement au Calisaya, le remède aux plus redoutables manifestations du paludisme, ils n'ont, en réalité, réalisé qu'un agent thérapeutique qui dispose leurs cellules vivantes à lutter plus efficacement contre l'action du toxique que produit la décomposition du sol. Ils le savent, et ils savent bien aussi que le seul véritable remède est l'assainissement de ce sol par la culture et le drainage qui empêche la stagnation des eaux.

Ce que savent les Pères Blancs et les Trappistes, nos gouvernants doivent le savoir également. C'est donc justice de leur rappeler que, par sa conquête, la France continentale a contracté, vis-à-vis de sa fille adoptive la Corse, une véritable dette. Notre collègue M. Costa de Bastelica a démontré qu'il est possible d'assainir un superbe pays, de transformer un foyer d'infection en la plaine féconde, salubre et prospère qu'elle fut autrefois. C'est assurément son meilleur titre à la reconnaissance si légitime de ses concitoyens. Et je demande à la Section de s'associer à ses efforts en sollicitant avec lui, de l'action gouvernementale, l'assainissement rapide des plaines orientales de la Corse. La France le doit parce qu'elle le peut.

M. le Dr S. LEDUC

Professeur à l'École de Médecine de Nantes.

OPÉRATION DU PHIMOSIS PAR LE GALVANO-CAUTÈRE

[615.84—617.558.76]

— Séance du 11 septembre —

Le galvano-cautère permet de faire l'opération du phimosis avec beaucoup de perfection et une grande facilité.

Il ne faut pas faire de section circulaire, qui donne souvent lieu à un phimosis cicatriciel plus marqué que le premier. Il ne faut pas faire la section dorsale longitudinale qui donne deux lambeaux pendants et ne dégage pas le frein.

L'opération doit consister à enlever un lambeau triangulaire, ayant pour base le tiers inférieur de l'orifice préputial, pour sommet la racine du frein. L'enlèvement de ce lambeau exige deux sections latérales et la section du frein. On injecte un gramme d'une solution de cocaïne au centième dans chacune des lignes de section. Lorsque l'anesthésie est obtenue, immédiatement en dehors des lignes de section latérales, on pince le prépuce avec deux pinces à pansement, dont les bouts se rejoignent de part et d'autre de la racine du frein. Avec le couteau du galvano-cautère maintenu au rouge sombre à l'aide d'un rhéostat, on sectionne le prépuce sur les bords internes de chaque pince. Les deux côtés du triangle étant ainsi détachés, on serre le frein à l'aide d'une troisième pince placée très près du gland, on sectionne au-dessous jusqu'à la racine. Le lambeau triangulaire est ainsi complètement détaché. On enlève les pinces, et si la température du galvano-cautère a été convenable, les lèvres des plaies restent en contact, comme réunies par première intention ; ou plutôt il n'y a point de plaie. L'opération bien faite ne cause aucune autre douleur que celle des piqûres pour les injections de cocaïne, il ne coule pas de sang, il n'y a point de plaie consécutive.

Les suites sont des plus simples. On fait maintenir sur les sections une couche de la pommade antiseptique suivante :

Précipité rouge. . . . . } Acide salicylique. . . . . }	20 centigr.
Oxyde blanc de zinc	2 gr.
Vaseline.	20 —

Les malades continuent à vaquer sans aucune interruption à leurs occupations.

Le résultat est toujours très satisfaisant, le gland parfaitement dégagé. le frein bien débridé, la région n'offre plus d'anfractuosité pour loger les germes. Il ne paraît aucune trace de cicatrice ou de déformation.

Si la température du cautère n'est pas bien réglée et que les lèvres des plaies se séparent, point n'est besoin de suturer, le malade lui-même panse à plat avec la pommade, la guérison est plus longue mais tout aussi régulière et le résultat aussi parfait.

Nous croyons devoir faire remarquer l'intérêt de cette opération au point de vue de la prophylaxie de la syphilis. Le chancre induré siège presque toujours dans les culs-de-sac formés par le sillon préputial et le frein, ce qui est attribuable à ce que la substance virulente se loge et séjourne dans ces culs-de-sac. Si leur suppression rendait le chancre aussi rare dans cette région qu'il l'est dans les autres, cette opération se trouverait le moyen le plus efficace de prophylaxie contre la syphilis.

M. le Dr S. LEDUC

Professeur à l'École de Médecine de Nantes.

TRAITEMENT DES AFFECTIONS GYNÉCOLOGIQUES PAR LE NOUET MÉDICAMENTEUX [615-76]

— Séance du 11 septembre. —

L'anesthésie, l'antisepsie, ont permis d'appliquer la chirurgie à des maladies dont le traitement avait été jusque-là exclusivement médical. Beaucoup de ces applications ont été heureuses en permettant de conserver la vie dans des cas autrefois fatals. Malgré les progrès de la chirurgie, les interventions opératoires comportent toujours des dangers, et si l'enlèvement de l'organe malade permet et améliore l'existence, ce n'est pas, ce ne sera jamais la guérison, le sujet reste mutilé. Dans son œuvre la plus parfaite la chirurgie change le malade en un infirme. Ceci ne peut pas satisfaire les ambitions de la médecine qui doit tendre, sans faire courir aucun danger aux malades, à rétablir la santé en ramenant à l'état normal.

Ces réflexions s'appliquent surtout à la gynécologie, dans laquelle les conséquences des mutilations, les infirmités consécutives, restent dissimulées et sont bien rarement rapportées à leurs causes. Le médecin qui voit et observe beaucoup de malades, acquiert bientôt la conviction qu'une femme qui a subi une ovariotomie double ou même simple, une hystérectomie, etc., n'est plus le même être, tout est changé en elle, tout est changé pour elle. Le curetage utérin, si généralement employé aujourd'hui en raison de son efficacité immédiate à faire disparaître certains symptômes, les métrorrhagies par exemple, a souvent de fâcheuses conséquences. C'est une opération contraire aux principes de la chirurgie moderne, qui proclame qu'il ne faut pratiquer la diérèse que dans un champ parfaitement aseptique, or la curette inocule les germes, en ouvrant les vaisseaux dans un champ infecté, dont on entreprend ensuite à grand peine la stérilisation. Aussi, sans parler des perforations, observe-t-on après certains curetages, des métro-péritonites. Ce sont les accidents éloignés que nous tenons surtout à signaler : lorsque le curetage est superficiel, il est inefficace, lorsqu'il est plus profond et qu'il réussit bien, la guérison pendant quelques mois semble parfaite, puis les règles deviennent de plus en plus douloureuses, et parallèlement se développe une névropathie des plus pénibles, l'examen montre de l'atrésie du col, souvent l'atrophie de tout l'utérus, et l'état de la malade devient plus pénible qu'avant l'opération.

En dehors des interventions chirurgicales, les traitements des affections gynécologiques consistent à porter sur la région malade ou dans son voisinage, un agent modificateur, chimique ou physique.

Les pansements intra-vaginaux, avec des ovules médicamenteux, ou des tampons recouverts de pommades, sont depuis longtemps très employés en fait, ces modes de traitement ont une efficacité minime. Les pommades sont essuyées par la vulve et le vagin, il n'en arrive qu'une quantité insignifiante au contact de la partie malade. L'ovule, alors même qu'on introduit après lui un tampon, fond, le liquide s'écoule très rapidement, le pansement est malpropre et inefficace.

Si le médecin s'astreint à faire lui-même, à l'aide du spéculum, des pansements quotidiens, assurant le contact permanent de la région malade avec la substance médicamenteuse, il trouvera bientôt que l'efficacité du médicament est considérablement accrue par la permanence de son action, et il obtiendra des guérisons que le même médicament était impuissant à donner avec des pansements défectueux.

L'emploi du spéculum et l'intervention du médecin rendent cette méthode peu pratique, presque inapplicable lorsqu'il faut un traitement prolongé.

On peut, sans spéculum, sans le concours du médecin, réaliser un pansement intra-vaginal efficace, parfait, avec le nouet médicamenteux.

Nous employons le plus souvent la pommade suivante :

Ichthyol	6	grammes.
Airol.	6	—
Glycérine	20	—
Vaseline	100	—

Lorsqu'il existe des douleurs, nous faisons ajouter 1 gramme d'extrait de belladone et 40 centigrammes d'extrait d'opium. Nous prescrivons : prendre soir et matin une grande injection chaude, d'eau bouillie et, après chaque injection, introduire au fond du vagin un nouet de coton hydrophile, renfermant gros comme une noisette de la pommade à l'ichthyol, bien recouvert de vaseline boriquée pour être introduit facilement, laisser le fil assez long pour pouvoir retirer le nouet avant l'injection suivante.

Les malades prennent une feuille de coton grande comme la paume de la main, placent au milieu gros comme une noisette de la pommade dans la feuille de coton, coupent avec des ciseaux le coton au-dessus du nœud, recouvrent complètement le nouet de vaseline boriquée, et l'introduisent très facilement au fond du vagin. Sous l'influence de la chaleur du corps, la pommade fond, le nouet éprouve une pression qui réduit lentement son volume ; tandis que, dans les autres modes de pansement, cette pression s'oppose à l'imprégnation des tampons et expulse le médicament, elle favorise l'imprégnation du nouet qu'elle exprime peu à peu, de façon à produire un courant lent, mais continu, de médicament neuf du centre du nouet vers la surface malade.

Cette modification si simple, exempte de tout danger et de tout inconvénient, donne un pansement excellent et très efficace.

Le nouet ne constitue pas seulement un traitement de surface, son action marquée et rapide dans des affections profondes montre l'absorption des médicaments, dont on peut, pour ainsi dire, saturer d'une façon permanente la région et les organes du petit bassin.

Depuis plusieurs années nous avons traité par le nouet, avec la pommade dont nous avons donné la formule, un grand nombre d'ulcérations simples du col, elles se guérissent rapidement et régulièrement ; dans aucun cas nous n'avons dû recourir à un autre traitement.

Dans les cas de métrites douloureuses et hémorrhagiques, le pansement au nouet médicamenteux donne aussi des résultats très satisfaisants.

Contre les inflammations des annexes, dans les périmétrites, contre la salpingite gonococcique, le nouet donne toujours de l'amélioration, souvent la guérison.

Nous l'avons employé dans des cas particulièrement graves, avec l'utérus complètement immobilisé dans le petit bassin, de vives douleurs et un mauvais état général ; sous l'influence des pansements au nouet les symp-

tômes diminuent progressivement, les douleurs disparaissent, l'utérus perd sa sensibilité, reprend sa mobilité et la santé générale redevient parfaite.

Ce traitement a une efficacité remarquable contre les fibromes utérins. Depuis trois ans, nous l'avons appliqué à 27 cas de fibromes, nous avons toujours obtenu une amélioration notable. Dans deux de ces cas, il existait depuis plusieurs années, une hémorragie incessante, se ralentissant seulement quinze jours par mois, l'une des malades avait subi deux curetages, l'autre un, sans résultat. Dans les deux cas, sous l'influence des pansements au nouet, les hémorragies cessèrent, l'anémie si profonde disparut et la santé devint satisfaisante.

Dans les autres cas, les pansements firent disparaître la fréquence et l'abondance des métrorragies et ramenèrent les règles à l'état normal.

Dans deux cas seulement il se reproduisit une hémorragie malgré le traitement, et nous eûmes recours à l'électrolyse intra-utérine positive, avec une électrode de zinc, ce qui nous réussit toujours.

Les douleurs que peuvent causer les fibromes disparaissent rapidement.

Enfin lorsqu'on fait continuer régulièrement le traitement pendant des mois, et même pendant plusieurs années, on observe une diminution certaine régulière, bien marquée du fibrome. Des tumeurs qui remontaient jusqu'à l'ombilic ne dépassent plus le pubis. Une malade avait un fibrome énorme, complètement enclavé dans le petit bassin, comprimant la vessie, les envies d'uriner incessantes rendaient la vie des plus pénibles. Par les pansements au nouet ces symptômes disparurent et la tumeur se réduisit de façon à acquérir une très grande mobilité.

Dans les cas de cancer inopérable, le pansement au nouet permet mieux qu'aucun autre de combattre les hémorragies et les douleurs. La formule de la pommade est alors modifiée ; c'est ainsi que nous y introduisons du tanin ou de l'orthoforme à la dose de cinq à dix pour cent, nous remplaçons parfois la vaseline par une solution à cinq ou dix pour cent de gélatine.

Dans les cas de prolapsus léger, de cystocèle, de rectocèle, le pansement au nouet avec une pommade au tannin, maintient souvent les organes aussi bien et mieux que le pessaire, il est beaucoup plus propre, guérit les ulcérations au lieu de les provoquer et, dans la plupart des cas, après quelques mois les organes se maintiennent sans pansement; on a obtenu la guérison.

En résumé le pansement au nouet est très supérieur au pansement au tampon, beaucoup plus efficace.

Il guérit rapidement les ulcérations du col.

Il guérit la plupart des métrites, périmétrites et salpingites.

Il fait diminuer les fibromes, fait cesser les hémorragies et les douleurs.

Il constitue le meilleur moyen de combattre les hémorragies et les douleurs du cancer utérin.

Il offre un procédé de contention et de guérison de certains prolapsus.

Il ne présente aucun danger, aucun inconvénient.

Il doit donc toujours être employé dans ces affections avant de soumettre une malade à un traitement chirurgical.

M. le Dr Ch. FAGUET

de Périgueux.
Anc. chef de clin. chirurg. à la Fac. de Méd. de Bordeaux.

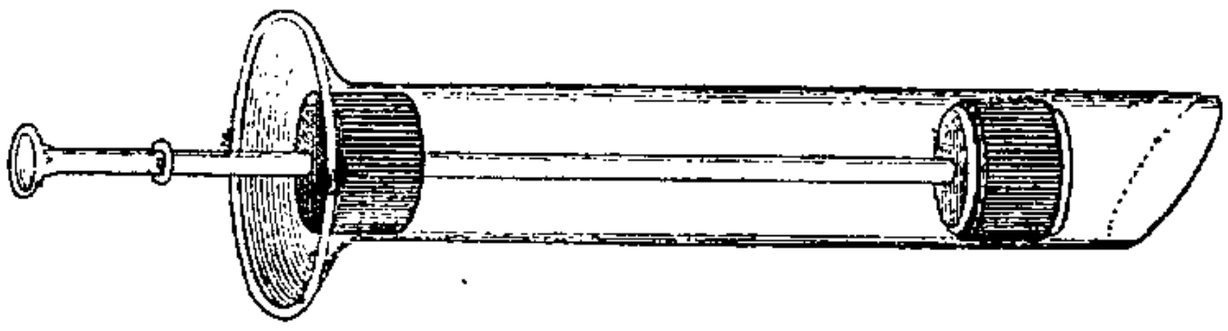
AUTO-PANSEUR GYNÉCOLOGIQUE, PORTE-TAMPON STÉRILISABLE

[618.108.15]

— Séance du 11 septembre —

Cet appareil, qui a été présenté à la Société de gynécologie, d'obstétrique et de pædiatrie de Bordeaux le 9 juillet 1901 par M. le professeur Lanelongue, se compose :

1° D'un *cylindre de verre* double ayant la forme d'un speculum de Fergusson, mais dont le biseau est beaucoup plus court.



Son diamètre et sa longueur sont calculés de façon à pouvoir recevoir un ovule et un tampon de coton hydrophile.

2° D'une *tige de verre* cylindrique, creuse, de $0^m,02$ de circonférence et d'une longueur totale de $0^m,17$.

A l'une de ses extrémités, cette tige porte deux rondelles de verre séparées par une rainure dans laquelle se loge un anneau de *caoutchouc rouge*. Cette partie constitue un piston qui glisse sans frottement dans le cylindre de verre.

L'autre extrémité est légèrement évidée en entonnoir et présente une bague de verre qui vient se heurter à un bouchon de *caoutchouc rouge* fixé à frottement dans le corps de l'appareil. Cette disposition est destinée à limiter la course du piston.

L'*auto-panseur gynécologique* est constitué par une seringue en verre, dont la partie cylindrique et la tige offrent des dispositions spéciales, et

par des rondelles de caoutchouc rouge. Il se démonte facilement et il est entièrement *stérilisable par l'ébullition*.

Indications. — Cet auto-panseur ou porte-tampon gynécologique permet aux malades de faire elles-mêmes régulièrement, facilement et proprement les pansements vaginaux qui leur sont conseillés.

Il sert à placer des ovules à la glycérine solidifiée et des tampons de coton hydrophile, ou des tampons imprégnés de diverses substances médicamenteuses.

Mode d'emploi. — Après avoir stérilisé l'appareil par l'ébullition, on le prépare de la façon suivante :

1° Retirer la tige ;

2° Introduire dans le cylindre de verre (extrémité évasée en entonnoir) un ovule et à sa suite un tampon de ouate muni d'un fil solide ;

3° Engager le fil dans la tige creuse du piston jusqu'à ce que son extrémité sorte au niveau de la partie évidée en entonnoir de cette même tige ;

4° Replacer la tige dans le cylindre de verre et l'y engager jusqu'à ce que l'ovule vienne affleurer dans le biseau.

L'auto-panseur gynécologique se présente alors sous l'aspect d'une seringue chargée.

La malade se place sur son lit, dans la position dorso-sacrée, écarte les grandes lèvres de la main gauche et introduit l'auto-panseur préalablement enduit de vaseline antiseptique ou d'huile stérilisée. Quand l'appareil est mis en place, il ne reste plus qu'à presser sur la tige du piston ; le moyen le plus simple consiste à appliquer la face palmaire des deux pouces en arrière du pavillon du cylindre-speculum, pendant que les index appuient lentement, mais d'une façon continue, sur la tige du piston.

Le tampon ou l'ovule, ou l'un et l'autre, tombent dans le vagin quand le piston est arrivé à la fin de sa course et il ne reste plus alors qu'à retirer l'appareil.

Ces manœuvres, plus longues à décrire qu'à exécuter, sont très faciles, et les malades y sont très vite habituées.

MM. H. BORDIER et GILET

à Lyon

ÉLECTROLYSE DES TISSUS ANIMAUX ET DES LIQUIDES ORGANIQUES

[537.33-612.11]

— *Séance du 12 septembre* —

Lorsqu'on applique l'électrolyse au traitement des tumeurs (angiomes, papillomes, etc.), on constate que si, *après avoir renversé le sens du courant*, on veut donner à l'intensité sa valeur primitive, il faut rendre la résistance du rhéostat beaucoup plus faible que lors du passage du courant primitif. C'est là un phénomène connu de tous les médecins-électriciens et qui a dû être signalé depuis longtemps.

Pour arriver à donner l'explication de ce phénomène qui, à première vue, paraît très extraordinaire, nous avons entrepris des recherches méthodiques en faisant porter l'électrolyse tout d'abord sur des tissus morts : nous réservant pour plus tard l'étude de ce qui se passe sur les tissus vivants.

Dans une première note à l'Académie des Sciences (23 mai 1901), nous avons fait connaître nos premiers résultats : cette note en a provoqué une autre de notre distingué confrère le Dr Branly, dans laquelle il indique certaines expériences sur des liquides visqueux, mais sans donner la moindre explication des phénomènes observés. Le but de notre communication à l'Institut était au contraire de fournir une contribution à l'étude de ces phénomènes accompagnant l'électrolyse des tissus et bien connus de tous les électro-thérapeutes.

Nous avons fait porter nos recherches sur du tissu musculaire et sur des liquides organiques tels que le sang et l'albumine de l'œuf.

Le dispositif que nous avons employé est très simple : nous avons placé en tension sur un courant continu :

1° Un rhéostat à liquide permettant d'obtenir une intensité constante ;

2° Un milliampèremètre apériodique sensible à 1/10e de milliampère ;

3° Un renverseur de Bertin ;

4° Un interrupteur.

1° Tissus. — Supposons qu'on ait introduit dans une masse musculaire d'un animal fraîchement sacrifié deux aiguilles de platine ; à l'aide du

rhéostat, l'intensité partie de zéro va être portée à une valeur donnée, par exemple 30 milliampères, pendant cinq minutes. Au bout de ce temps, interrompons le courant au moyen de l'interrupteur, *sans toucher au rhéostat*, puis renversons le sens du courant primitif ; enfin rétablissons le circuit en fermant l'interrupteur. Puisqu'il n'y a eu de changée que la polarité des aiguilles, on devrait s'attendre à retrouver l'aiguille du milliampèremètre à la même division que précédemment, soit à 30 milliampères. Or, on constate, aussitôt après l'inversion, que *l'intensité est plus grande qu'auparavant*, qu'elle arrive à 31,5 ou 32 milliampères, puis *on voit cette intensite baisser rapidement* pour prendre une valeur voisine de 1 à 2 milliampères.

Voilà ce qu'on observe et ce qu'il s'agissait d'expliquer.

Pour étudier le phénomène aussi complètement que possible, nous avons tout d'abord employé des aiguilles en métaux facilement attaquables par les acides mis en liberté par l'électrolyse : cuivre, fer, zinc.

Nous avons utilisé les deux méthodes mono et bi-polaires, mais les résultats donnés par ces deux méthodes sont identiques. Il fallait se demander quelle est la cause de l'accroissement de l'intensité immédiatement après l'inversion du courant. Les phénomènes de polarisation au sein du liquide de notre rhéostat sont négligeables, puisque celui-ci se trouve placé dans le circuit *avant le renverseur* et que le courant le traverse toujours dans le même sens.

Nous avons trouvé cette cause dans la création de la force électromotrice de polarisation au sein du tissu. Ce courant de polarisation est de sens inverse par rapport au courant primitif.

Un dispositif spécial nous a permis, aidés par la loi d'Ohm, de déterminer approximativement l'intensité et la force électromotrice de ce courant. Entre le rhéostat à liquide et le milliampèremètre, nous avons mis dans le circuit un godet de mercure où pouvait plonger un conducteur relié au fil de retour venant de l'inverseur.

Au moment où l'on interrompait le courant, on mettait le fil de retour dans la cuvette et on changeait la direction du renverseur. Le tissu se comporte alors comme un véritable accumulateur, un courant circulant à l'intérieur de l'aiguille — à l'aiguille +

Après le passage d'un courant de 35 milliampères pendant dix minutes, nous avons pu constater ainsi une intensité de 4 milliampères pour le courant de polarisation, intensité qui d'ailleurs décroît très rapidement. Étant donnée la résistance de notre milliampèremètre déterminée par la méthode du pont de Kohlrausch, nous avons trouvé qu'entre les aiguilles existait dans ce cas une différence de potentiel de 0 volt 294.

L'énergie du courant de polarisation est donc loin d'être négligeable et c'est elle qui, en s'ajoutant après l'inversion à celle du courant principal,

permet de comprendre l'augmentation de l'intensité après le renversement. Voilà donc un premier point expliqué.

Voyons maintenant la seconde partie du phénomène : la chute de l'intensité.

Dans notre première expérience, nous avions deux aiguilles de laiton pour électrolyser un morceau de muscle de cheval. Nous avons employé une quantité d'électricité de 15 coulombs représentée par un courant de 25 milliampères, ayant passé pendant 10 minutes. Puis nous avons interrompu et renversé le courant : nous notions immédiatement après une intensité de 25 milliampères 5, mais en l'espace de cinq minutes, l'intensité était tombée à 1 milliampère et s'y maintenait. Cette chute s'était faite progressivement et par oscillations.

En même temps, nous notions la disparition du liquide qui s'était formé au niveau de l'aiguille positive pendaht le passage du courant primitif, et l'apparition de bulles gazeuses autour de l'aiguille négative.

Des étincelles jaillissaient entre le tissu et l'aiguille, et de la fumée apparaissait : bientôt on sentait une odeur caractéristique de viande grillée.

De nouvelles expériences nous montrèrent que ce phénomène n'était pas constant.

Avec une quantité plus faible d'électricité, l'intensité, après le renversement, atteignait une valeur plus grande que celle du courant primitif, puis décroissait, mais bientôt *augmentait* pour atteindre sa valeur primitive.

Dans ces conditions, au niveau des aiguilles et du tissu, nous observions des phénomènes très intéressants. Pendant le passage du courant primitif se formaient à l'aiguille positive des acides qui, attaquant le laiton, donnaient de l'oxychlorure de cuivre et un liquide verdâtre, baignant le tissu et l'aiguille. A l'aiguille négative se dégageaient de nombreuses bulles gazeuses.

Après l'inversion du courant, à l'aiguille anciennement positive disparaissait peu à peu le liquide formé, pendant que baissait l'intensité et qu'apparaissaient au même niveau des bulles gazeuzes, de plus en plus nombreuses à mesure que l'intensité, ayant passé par son minimun, tendait à regagner sa valeur primitive.

A l'aiguille anciennement négative apparaissait de l'oxychlorure de cuivre.

Des expériences faites avec d'autres métaux attaquables, fer, zinc, nous donnèrent des résultats analogues.

Les phénomènes observés avec le platine, métal inattaquable, sont tout différents, au contraire, et ce sont eux qui nous ont donné la clef du phénomène.

Pendant le passage du courant primitif, aucun liquide ne se forme au

niveau de l'aiguille positive; on n'y voit que quelques bulles gazeuses ; celles-ci se montrent en grande quantité à l'aiguille négative.

Après le renversement du courant, ascension légère de l'intensité, puis chute brusque à 1 ou 2 milliampères, chute beaucoup plus brusque que dans le cas de métaux attaquables, et sans rémission.

En même temps, on constate la disparition des bulles gazeuses principalement autour de l'aiguille positive. Des étincelles nombreuses jaillissent entre le tissu et l'aiguille avec de la fumée et une odeur de chair grillée.

Des coupes nombreuses faites dans les tissus soumis à ces expériences, dans l'axe de l'aiguille au niveau de laquelle apparaissaient ces phénomènes, nous ont montré qu'autour de l'aiguille existe une sorte de puits profond et *sec*, entouré d'une zone jaunâtre de tissu grillé. Cette zone est entourée elle-même d'une autre, d'aspect noirâtre.

Dans la méthode monopolaire, les mêmes phénomènes sont constatés, que l'aiguille soit positive ou négative.

Cette couche de tissu condensé, dur et rétracté autour de l'aiguille, nous parut le seul obstacle au passage du courant, comme nous l'avons relaté dans notre communication à l'Académie des Sciences, en mai dernier. Car, ayant eu soin, après la chute de l'intensité, de poser quelques gouttes d'eau au niveau de l'aiguille qui présentait ces phénomènes, nous avons vu l'intensité regagner sa valeur primitive au bout d'un temps relativement court, l'eau ayant mécaniquement joué, au niveau du tissu, le rôle que jouait, dans l'électrolyse à l'aide des métaux attaquables, le liquide formé à l'électrode positive : imbibition de la zone de rétraction et rétablissement de la conductibilité électrique.

Ainsi, la chute de l'intensité est bien le résultat d'une augmentation de la résistance électrique du tissu au niveau des aiguilles et principalement de l'aiguille positive.

L'effet Joule qui se manifeste si nettement par la coction du tissu, par des étincelles et de la fumée, montre bien que la résistance s'accroît dans des proportions considérables.

L'addition d'eau, d'autre part, autour des aiguilles, et qui est suivie du relèvement de l'intensité, vient bien donner la preuve pour ainsi dire de la justesse de notre explication ; ce liquide imbibe les parties du tissu qui ont subi l'action électrolytique et rétablit la conductibilité entre l'aiguille et le tissu.

Toutes ces expériences furent faites avec l'emploi d'une quantité moyenne d'électricité de 10 coulombs environ.

Avec une quantité plus considérable, nous avons constaté dans la majorité des cas, qu'on emploie des métaux inattaquables ou attaquables, que l'intensité après sa chute se maintenait à sa valeur minima.

2° Liquides organiques. — Il nous parut alors intéressant d'observer les variations de l'intensité du courant après son inversion, dans l'électrolyse des liquides organiques, et nos expériences portèrent sur le sang défibriné et sur l'ovalbumine. Là, les phénomènes nous parurent moins constants.

Le courant employé fut toujours maintenu, grâce au rhéostat à liquide, à 30 milliampères pendant cinq minutes.

Dans nos expériences sur le sang défibriné, les résultats donnés par les métaux attaquables et inattaquables furent identiques.

A l'aiguille positive, avant l'inversion, se formait un caillot plus dur et adhérent, avec quelques bulles gazeuses, mais bien peu nombreuses. A l'aiguille négative, un caillot mou et peu adhérent, tombant facilement de l'aiguille, et surtout de très nombreuses bulles gazeuses.

Après l'inversion, comme dans le cas des tissus morts, précédemment étudiés, toujours on constatait une intensité plus grande que celle du courant primitif ; mais alors l'intensité tantôt se maintenait à cette valeur nouvelle, tantôt, par de légères oscillations, subissait une chute de quelques milliampères seulement et, au bout d'un certain temps, regagnait sa valeur primitive. Ces résultats, par leur inconstance, malgré la concordance que nous avons toujours maintenue dans nos expériences (même sang, même volume, mêmes aiguilles, même quantité d'électricité, etc.), n'ont rien qui puisse étonner, car pendant l'électrolyse d'un liquide au sein duquel se forme un coagulum, celui-ci, par les positions si diverses qu'il présente, recouvre plus ou moins bien l'aiguille et s'étale plus ou moins en longueur ou en largeur, présentant ainsi une couche plus ou moins perméable au courant.

Jamais cependant nous n'avons constaté cette chute d'intensité brusque et permanente que nous avions observée dans l'électrolyse des tissus morts. Toujours l'intensité regagnait sa valeur primitive.

Dans le cas de l'ovalbumine, le courant met un très long temps à atteindre l'intensité voulue ; à l'aiguille positive apparaît un coagulum très adhérent et très dense et quelques bulles gazeuses, noyées au milieu du coagulum. A l'aiguille négative, de très nombreuses bulles gazeuses.

La quantité d'électricité employée est très difficile à déterminer, car on ne peut atteindre immédiatement dans l'électrolyse de l'albumine pure, sans addition de NaCl, l'intensité nécessaire. Approximativement, 10 coulombs furent employés.

A l'inversion du courant, nous avons plusieurs fois constaté les mêmes phénomènes que dans l'électrolyse des tissus morts, c'est-à-dire une chute d'intensité, par oscillations, de 30 milliampères à 1 milliampère, avec étincelles, fumée, et point brunâtre de coagulum grillé au niveau de l'aiguille primitivement positive.

D'autres fois, à l'inversion, nous ne notions aucune variation de l'inten-

sité ou bien nous avions une chute plus ou moins grande, mais passagère, de l'intensité qui, de 30 milliampères tombait à 15 ou 20 milliampères a u bout d'une minute, puis regagnait assez vite sa valeur primitive.

Il y avait un moyen de savoir si le défaut de constance dans la variation de l'intensité après l'inversion constaté avec les liquides organiques tenait à l'état physique de l'électrolyte : il suffisait de coaguler l'albumine par la chaleur afin de la faire passer de l'état liquide à l'état solide, c'est ce que nous avons fait. L'électrolyse de l'albumine cuite, en employant des aiguilles de platine, a présenté, après l'inversion du courant, les mêmes phénomènes que les tissus : l'intensité primitivement de 30 milliampères tombe, après le renversement du courant, à 2 milliampères.

Cette expérience constitue bien la preuve de ce que nous avons dit précédemment, à savoir que c'est au coagulum formé autour des aiguilles qu'est due la différence d'allure entre les phénomènes accompagnant l'électrolyse des liquides organiques, et ceux accompagnant l'électrol yse des tissus, après que le courant a été renversé.

M. le Dr Jules BOECKEL

Chirurgien titulaire de l'Hôpital de Strasbourg, Correspondant de l'Académie de Médecine de Paris.
Lauréat de l'Institut (Académie des Sciences).

RÉSECTION DU GROS INTESTIN [617.153.5]

— Séance du 12 septembre —

Si les résections de l'intestin grêle sont entrées ou peut s'en faut dans la pratique courante, il est loin d'en être de même des résections qui portent sur le cæcum ou une partie quelconque du gros intestin.

Les premières constituent en quelque sorte des opérations d'urgence que tout chirurgien, je dirai presque tout médecin doit être à même de pratiquer aujourd'hui. Elles s'imposent dans certaines hernies gangrenées et tous nous nous sommes trouvés dans l'obligation d'y recourir dans ces cas. Elles tendent en effet à devenir à l'heure actuelle le seul traitement efficace des hernies gangrenées. Dans la cure de l'anus contre nature elles laissent loin derrière elles les anciennes méthodes de traitement, dont l'efficacité est douteuse, le succès incertain et les risques parfois sérieux. Ces méthodes exposent en outre à des déboires sans nombre, et par les diffi-

cultés qu'il nous faut vaincre pour amener l'oblitération de l'anus et par la longueur désespérante du traitement consécutif.

La résection intestinale, elle, qu'elle soit faite d'emblée, ou à une époque plus ou moins lointaine dans les conditions que je viens d'indiquer, remet le malade sur pied au bout d'une dizaine ou d'une quinzaine de jours. La guérison est alors définitive, et rien ne saurait plus l'entraver dans la suite. Il est essentiel qu'on soit rompu à cette chirurgie spéciale, et à toutes les règles de l'antisepsie et de l'asepsie modernes. Entre des mains exercées, la gravité de cette intervention est à peu près nulle : aussi j'estime que nous devons y recourir chaque fois qu'elle nous paraîtra nettement indiquée. Pour ma part, j'ai fait une quinzaine de résections intestinales dans ces conditions, soit primitives, soit de préférence secondaires, et je n'ai pas eu un seul insuccès.

Bien différentes sont les résections larges que l'on pratique sur le gros intestin pour enlever un néoplasme qui a pris naissance dans son intérieur et qui a envahi successivement ses trois tuniques, en respectant parfois la séreuse, néoplasme qui forme une véritable tumeur perceptible par la palpation. De nature maligne, puisque c'est au cancer, plus rarement à la tuberculose que l'on a affaire, j'estime que c'est à la résection intestinale très large que l'on devra recourir dès que le diagnostic aura été posé. Toute médication interne est illusoire ; le bistouri seul peut rendre la santé au malade, dont la mort est inévitable autrement, et dont l'existence même avec un anus contre nature est menacée à bref délai.

Pour réussir, il faut enlever un tronçon très étendu du tube digestif, dépasser très largement les limites du mal, et, point capital, intervenir à temps, avant que la cachexie ne soit trop avancée et ne fasse craindre une généralisation de la maladie. Dans ces conditions, l'opération peut procurer des survies très appréciables, pour ne pas dire des guérisons radicales, terme dont il ne faut pas abuser quand il s'agit de cancer.

J'ai pratiqué quatre fois la résection du gros intestin, pour des tumeurs cancéreuses ou tuberculeuses du tube digestif. Mes trois premières opérations ont fait l'objet d'une communication à l'Académie de Médecine, il y a trois ans (octobre 1898). De ces trois opérées, l'une est morte de généralisation cancéreuse peu de temps après l'opération. Les deux autres sont actuellement en parfaite santé. L'une d'elles, opérée d'un cancer du côlon descendant, a guéri très rapidement en moins de 15 jours, sans complication aucune ; elle s'est mariée un an après avoir subi cette grave intervention et est allée s'établir à Marseille. Elle se porte à merveille depuis lors. La seconde, une Sœur de Charité de Saint-Vincent-de-Paul, entrée dans mon service d'hôpital dans le courant de l'été de 1898, dans un état des plus précaires, était incapable de remplir sa charge depuis deux ans.

Depuis un an, elle avait dû s'aliter et lorsque je la vis pour la première

fois, elle présentait dans la région du cæcum un empâtement diffus avec imminence d'abcès. Elle était minée depuis plusieurs mois par une fièvre hectique et était arrivée au dernier degré de l'émaciation. Quinze jours après son entrée, je débridai son abcès qui se transforma en fistule pyo-stercorale. La fièvre étant tombée, les forces de la malade se relevèrent lentement. Bientôt je pus constater dans la fosse iliaque une tumeur assez bien limitée dont je proposai l'extirpation. L'opération démontra qu'il s'agissait d'une tuberculose du cæcum. Je réséquai le cæcum avec le quart inférieur du côlon descendant, qui était infiltré, plus vingt centimètres de l'iléon sur lequel siégeait l'anus contre nature, et fis une implantation latérale de l'iléon sur le côlon ascendant, apres avoir suturé l'extrémité terminale de cet intestin. La guérison survint sans encombre et trois semaines plus tard, mon opérée pouvait se lever. Depuis lors, sa santé est redevenue florissante, si bien qu'elle peut vaquer aux durs labeurs de sa profession (4 ans).

Ma quatrième opération, toute récente, concerne une femme de 44 ans, qui depuis six ans souffrait de symptômes gastriques vagues : il y a un an, elle sentit dans la fosse iliaque droite une tumeur mobile, qui occasionnait des crises douloureuses que le médecin de la malade prit pour des crises appendiculaires. Au bout de quelques mois la malade rendit avec les selles un énorme caillot de sang noir. En même temps elle maigrit rapidement et fut bientôt incapable de vaquer aux soins de son ménage. Lorsque je la vis dans le courant de l'été dernier je constatai une tumeur mobile, correspondant à la région du cæcum. Elle était irrégulièrement bosselée et occasionnait parfois des douleurs à la pression. Les antécédents de la malade et les symptômes décrits ne pouvaient laisser de doute dans mon esprit. Il s'agissait bien d'une tumeur cancéreuse du cæcum, et la résection me parut la seule planche de salut pour cette malheureuse.

L'opération, laborieuse à cause de nombreuses adhérences épiploïques et intestinales, fut menée à bonne fin et se passa sans le moindre accroc. L'extrémité de l'iléon, adhérente au cæcum sur une longueur de 30 centimètres et enroulé autour du gros intestin de manière à former une tumeur de la dimension de deux poings, fut libérée et réséquée sur toute l'étendue de ses adhérences; le bout périphérique au niveau de la valvule de Bauhin fut réséqué avec le cæcum et une portion notable du côlon descendant. La tumeur avait pris naissance sur la muqueuse du cæcum; elle occupait tout le calibre de l'intestin et remontait à 10 centimètres au-dessus de la valvule. Elle présentait d'ailleurs l'aspect d'un chou-fleur, saignant très facilement. Il s'agissait d'un carcinome cylindrique. Pour terminer l'opération, je fis une anastomose latérale iléo-colique sur une étendue de 8 à 10 centimètres. Puis je fermai la paroi abdominale par une suture à deux étages.

J'espère et ài tout lieu de croire que cette dernière malade, elle aussi, suivra l'exemple des deux autres et que la résection lui permettra de vivre quelques années encore.

Les quelques faits que j'ai eu l'honneur de vous présenter prouvent qu'en dehors de la résection, il n'y a pas de traitement capable de procurer la guérison des tumeurs malignes du gros intestin. Faite à temps et selon les errements de la chirurgie moderne, cette opération peut et doit réussir.

Pratiquée largement, elle permet d'obtenir la guérison de ces redoutables affections en quelques jours. Elle assure sinon la guérison définitive, du moins une survie très appréciable, ainsi que le prouvent les quelques faits que je viens de porter devant cette tribune.

M. A. LADUREAU

Chimiste à Paris

NOUVELLE MÉTHODE DE TRAITEMENT DE LA DIPHTÉRIE [616.931]

— Séance du 12 septembre —

J'appelle l'attention du monde médical sur une méthode de traitement de la diphtérie au moyen de l'eau bromée qui a déjà sauvé un très grand nombre d'enfants atteints de cette dangereuse maladie.

Voici les détails de ce traitement : l'enfant est maintenu à la diète absolue durant les six premières heures d'application du remède. On lui fait prendre toutes les dix minutes, au moyen d'un verre ou d'un récipient quelconque non métallique, dix à quinze centimètres cubes d'eau dans laquelle on a mis trois gouttes d'eau bromée saturée à la température ordinaire.

L'action du médicament est presque immédiate. Les membranes se flétrissent et se détachent d'elles-mêmes, la fièvre tombe et, quelques heures après, l'enfant est sauvé. Il est bon, cependant, de continuer le traitement en espaçant les applications d'eau bromée de demi-heure en demi-heure, puis d'heure en heure.

Cette méthode appliquée par le Dr L... dans une épidémie de croup qui a sévi à Avize (Marne), il y a quelques années, lui a permis de sauver tous ses malades.

Elle devrait être expérimentée dans tous les hôpitaux d'enfants malades.

M. le Dr S. LEDUC

Professeur à l'École de Médecine de Nantes.

COURBE D'ASCENSION THERMOMÉTRIQUE ET CALORIMÉTRIE CLINIQUE

[536.3 : 610]

— Séance du 12 septembre —

Historique. — Au congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences de Grenoble, en 1885, M. le professeur Grasset, de Montpellier, signala l'intérêt que présente l'étude de la vitesse d'ascension du thermomètre ; il proposa de diviser l'ascension pendant la première minute par l'excès de la température finale sur la température initiale, et fit observer que cette grandeur, qu'il appelle pouvoir émissif de la peau, varie suivant l'état des sujets considérés.

Dans une communication à l'Académie des Sciences, insérée dans les Comptes rendus du 25 mars 1901, nous avons proposé une représentation graphique, permettant de juger d'un coup d'œil tous les détails de l'ascension thermométrique.

Tracé de la courbe. — On trace deux coordonnées rectangulaires ; sur l'axe des ordonnées, on porte des divisions représentant des vingtièmes de degré à partir de 35° ; sur l'axe des abcisses, vers la gauche, on marque des divisions correspondant aux minutes. On prend, avec un thermomètre divisé en vingtième de degré, la température axillaire de minute en minute jusqu'à ce qu'elle soit devenue constante ; la température maxima forme, sur l'axe des ordonnées, le premier point de la courbe ; à une distance à gauche correspondant à une minute, on marque un point à la hauteur représentant la température, une minute avant l'instant où a été atteint le maxima ; à une distance proportionnelle à deux minutes, on marque la hauteur de la température deux minutes avant l'instant du maxima et ainsi de suite. La courbe joignant les points ainsi obtenus est la courbe de l'ascension thermométrique.

La figure 1 représente des courbes ainsi tracées.

Vitesse d'ascension. — La différence entre deux températures divisée par le temps de l'ascension (ce que l'on peut exprimer le quotient de la hauteur d'une portion de la courbe par sa base) donne la vitesse moyenne de

l'ascension entre les deux températures. Le plus souvent, pour une même personne, pendant la même observation, la vitesse d'ascension est d'autant plus grande qu'elle est mesurée plus loin de la température finale. Il n'en est pas toujours absolument ainsi ; la vitesse reste parfois constante dans une certaine étendue de l'échelle thermométrique ; nous l'avons même trouvée plus faible loin que près du maxima. Cette variation irrégulière de la vitesse d'ascension en différentes parties d'une même courbe montre que la méthode graphique est indispensable pour utiliser les renseignements donnés par l'ascension thermométrique.

Calorimétrie clinique. — Les vitesses d'ascension du thermomètre sont à chaque instant proportionnelles aux quantités de chaleur gagnées par le réservoir ; et, à des distances égales de la température finale, chez différents sujets ou chez une même personne dans différentes conditions, les vitesses d'ascension thermométrique sont proportionnelles aux quantités de chaleur que, dans des temps égaux, la peau abandonne au thermomètre pour une même différence de température : c'est ce qu'on peut appeler la conductibilité calorifique de la peau ; l'inverse de cette grandeur est la résistance de la peau au passage de la chaleur. Si l'on admet que la conductibilité calorifique de la peau varie parallèlement pour toute la surface du corps, ce qui est exact dans les conditions où l'on se trouve en clinique, c'est-à-dire pour un sujet au lit, les vitesses d'ascension thermométrique, à des distances égales des températures finales, sont proportionnelles aux quantités totales de chaleur perdues par les sujets, et l'on a, dans leur comparaison, un procédé de calorimétrie clinique des plus simples et des plus pratiques.

Lorsqu'un sujet est placé dans un milieu très froid, la température des extrémités s'abaisse, la conductibilité calorifique de ces régions se modifie, la résistance de la peau à l'écoulement de la chaleur augmente. Chez un malade au lit, la conductibilité calorifique de la peau de la main est très sensiblement la même que celle de la peau de l'aisselle.

Nous avons fait ces constatations en traçant, dans les mêmes conditions, les courbes d'ascension d'un même thermomètre tenu dans la main et placé sous l'aisselle.

Comparabilité des courbes. — On ne peut comparer entre elles que les courbes prises avec le même thermomètre. Pour pouvoir comparer des courbes prises avec des thermomètres différents, il faudrait multiplier chaque température par un coefficient dépendant du thermomètre, par la chaleur spécifique du réservoir, ou d'un de ses multiples, par exemple. Il serait évidemment préférable que tous les thermomètres fussent identiques.

Mesure des combustions organiques. — La comparaison des quantités de chaleur perdues dans des temps égaux par des sujets dans des conditions identiques (au lit par exemple) a un intérêt clinique reconnu par tous les médecins : c'est l'expression la meilleure que nous puissions avoir de l'intensité des combustions organiques.

La médecine moderne présente un fait bien curieux : la physiologie nous enseigne que les produits des combustions, d'où résultent la chaleur et le travail, ne s'éliminent point par les urines; le principal de ces produits est l'acide carbonique qui s'élimine surtout par les poumons. Les déchets azotés et salins de l'urine sont, non pas les produits des combustions organiques, mais le résultat des modifications des tissus, de l'usure des organes. Malgré cet enseignement de la physiologie expérimentale, la médecine s'obstine à vouloir trouver, dans l'analyse de l'urine, l'expression de l'intensité des combustions organiques; aussi ne peut-on s'étonner que le labeur immense consacré à cette tâche n'ait donné que des résultats dont la valeur pratique est plus que douteuse.

Dans les mêmes conditions de travail musculaire, l'intensité des combustions organiques se trouve exprimée par la quantité de chaleur cédée au milieu ambiant dans un temps donné; la courbe d'ascension thermométrique, en donnant une grandeur proportionnelle à cette quantité, permet de comparer utilement l'intensité des combustions organiques chez différents sujets ou chez un même sujet dans différentes conditions.

Applications cliniques; courbes du tuberculeux et du goutteux. — Pour apprécier la signification clinique des courbes d'ascension thermométrique, nous avons, sans aucune idée préconçue, pris un grand nombre de courbes avant de faire aucune comparaison. En les comparant, nous avons trouvé deux types bien constants: la courbe du tuberculeux, ayant une vitesse d'ascension plus grande que la normale, la courbe du goutteux avec une élévation beaucoup plus lente.

La figure 1 montre les courbes types, à l'état normal, chez un tuberculeux et chez un goutteux en dehors des accès.

Nous avons trouvé comme grandeurs proportionnelles aux pertes de chaleur pendant l'ascension du dernier degré : 8,5 à l'état normal ; 16 dans la tuberculose pulmonaire ; 5,5 chez les goutteux.

On peut remarquer, sur le graphique de la figure 1, que la température du tuberculeux est notablement plus élevée que la normale ; celle du goutteux est plus basse.

Défense de l'organisme par l'augmentation de la résistance de la peau aux pertes de chaleur. — Lorsqu'un tuberculeux est pris de fièvre et que la température s'élève, l'élévation du thermomètre devient plus lente, la

résistance de la peau aux pertes de chaleur augmente ; il y a là un mécanisme de défense de l'organisme contre les pertes de chaleur, par suite

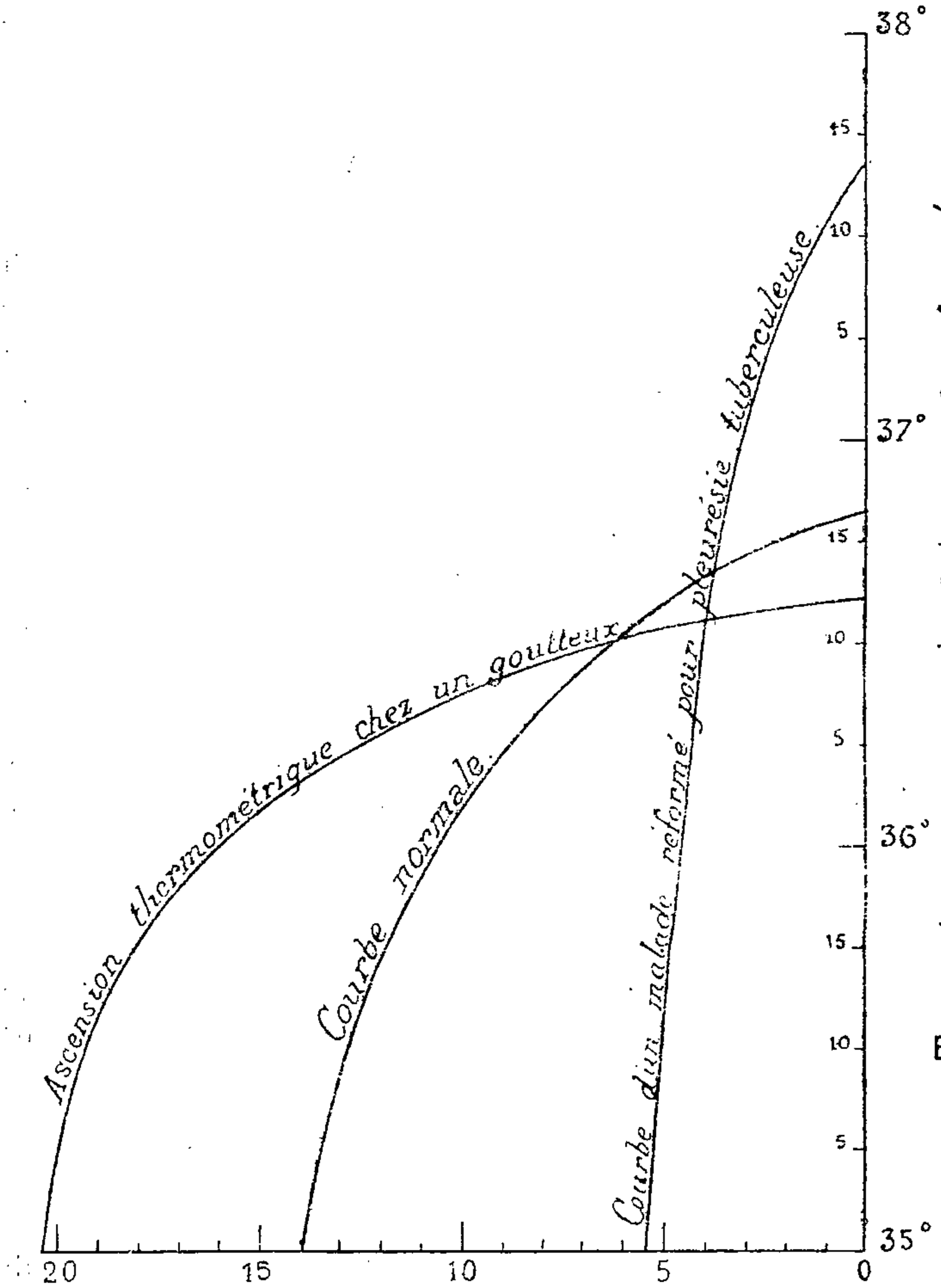


FIG. 1.

duquel la courbe des tuberculeux fébricitants se rapproche de la courbe normale.

Diagnostic de la tuberculose par la courbe d'ascension thermométrique. — Nous avons utilisé la courbe d'ascension thermométrique pour le diagnostic de la tuberculose commençante ou cachée. Dans un cas, une dame

ayant toutes les apparences de la santé se plaint seulement d'un malaise général; l'examen le plus minutieux ne révèle aucune altération des organes, l'urine est normale au point de vue chimique, mais la courbe d'ascension thermométrique présente nettement le type tuberculeux. L'examen de l'urine, pratiqué par mon collègue M. le professeur de bactériologie Rappin, montre la présence de nombreux bacilles; comme il n'existait point de troubles vésicaux, nous conjecturons l'existence d'une néphrite bacillaire, diagnostic confirmé ultérieurement par des poussées d'albuminurie. Depuis six mois, nous avons ainsi découvert, dans sept cas, la tuberculose de l'appareil urinaire, alors qu'il eût été difficile d'y penser sans l'indication thermométrique.

Nous avions rarement, avant l'emploi de ce moyen, l'occasion de diagnostiquer cette affection, que nous sommes amené à considérer comme plus fréquente que nous le pensions avant, alors que nous nous contentions sans doute, dans ces cas, de porter le diagnostic d'albuminurie et de maladie de Bright. Le diagnostic différentiel entre la maladie de Bright et la néphrite tuberculeuse a de l'importance pour le malade, car lorsque les reins sont suffisamment perméables, les malades atteints de néphrite tuberculeuse se trouvent bien d'une alimentation azotée et d'un traitement antituberculeux. La courbe d'ascension thermométrique dans la maladie de Bright diffère peu de la normale.

Un malade réformé pour tuberculose pulmonaire présentait des signes non douteux d'auscultation du sommet gauche, mais avait une courbe d'ascension thermométrique normale; l'examen répété des crachats par M. le professeur Rappin n'a jamais révélé de bacilles.

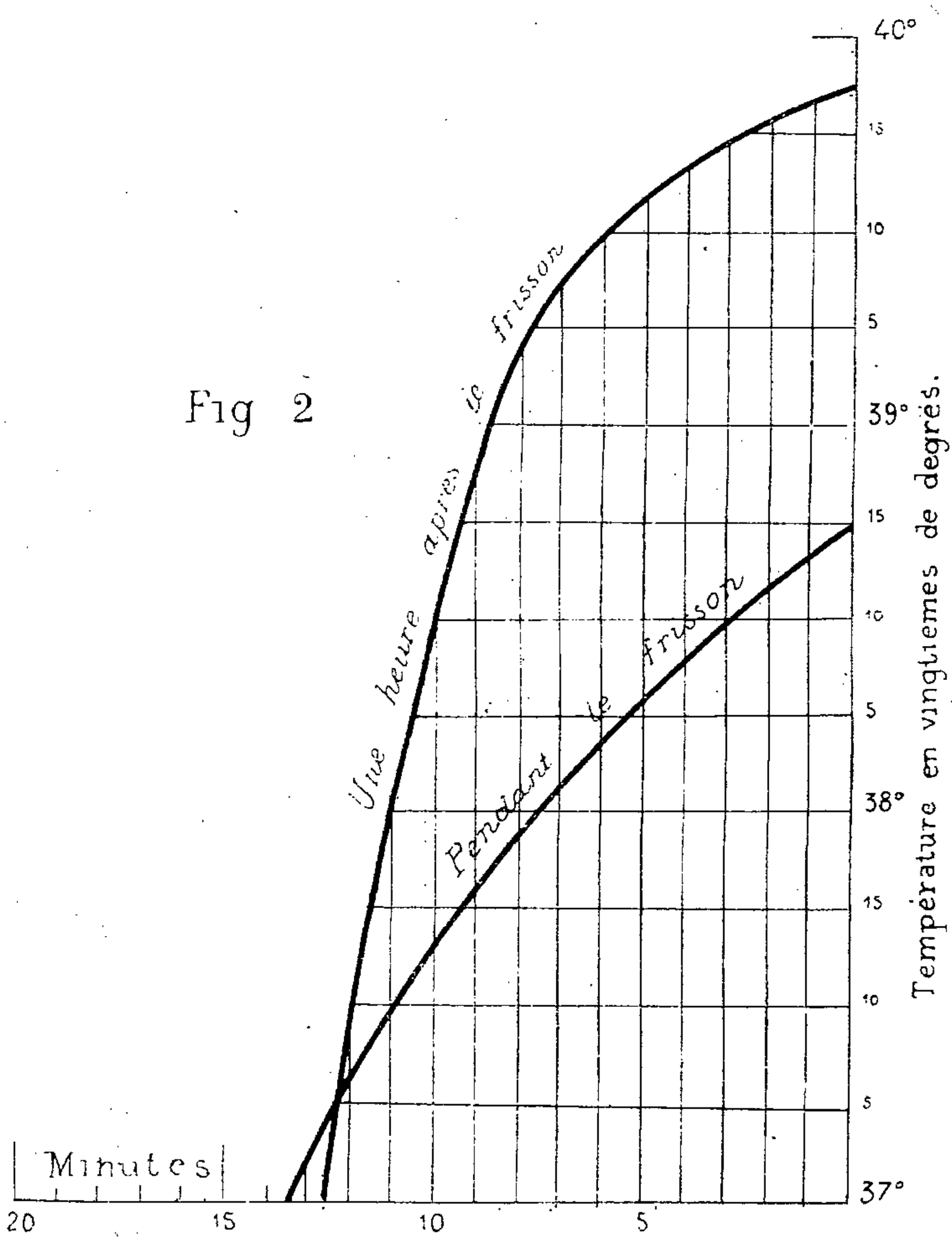
La courbe d'ascension thermométrique fait ressortir l'antagonisme de la goutte et de la tuberculose, chez les tuberculeux il existe une grande intensité des oxydations organiques; ce sont des malades qui brûlent, qui se consument, ce qui fait bien comprendre la raison de leur amaigrissement, et l'importance pour eux de l'alimentation et du repos. Ces résultats concordent avec ceux que MM. Robin et Binet ont obtenus par l'analyse des gaz de la respiration.

Cas des obèses et des diabétiques.— Contrairement à nos prévisions, nous n'avons point trouvé de courbes typiques chez les obèses et chez les diabétiques; ils nous ont présenté, les uns le type normal, les autres le type goutteux ou le type tuberculeux, suivant qu'ils étaient tuberculeux, goutteux, ou ne présentaient aucune trace de ces deux états.

Ictère.— L'ictère produit une augmentation de la résistance de la peau aux pertes de chaleur qui disparaît aussitôt que la guérison se produit.

Fièvre. — La fièvre modifie peu la courbe d'ascension thermométrique qui s'élève presque parallèlement à elle-même, souvent, cependant, à une même distance de la température maxima ; la vitesse d'ascension du thermomètre est moindre que dans l'apyrexie, par suite de la réaction de défense

Fig 2



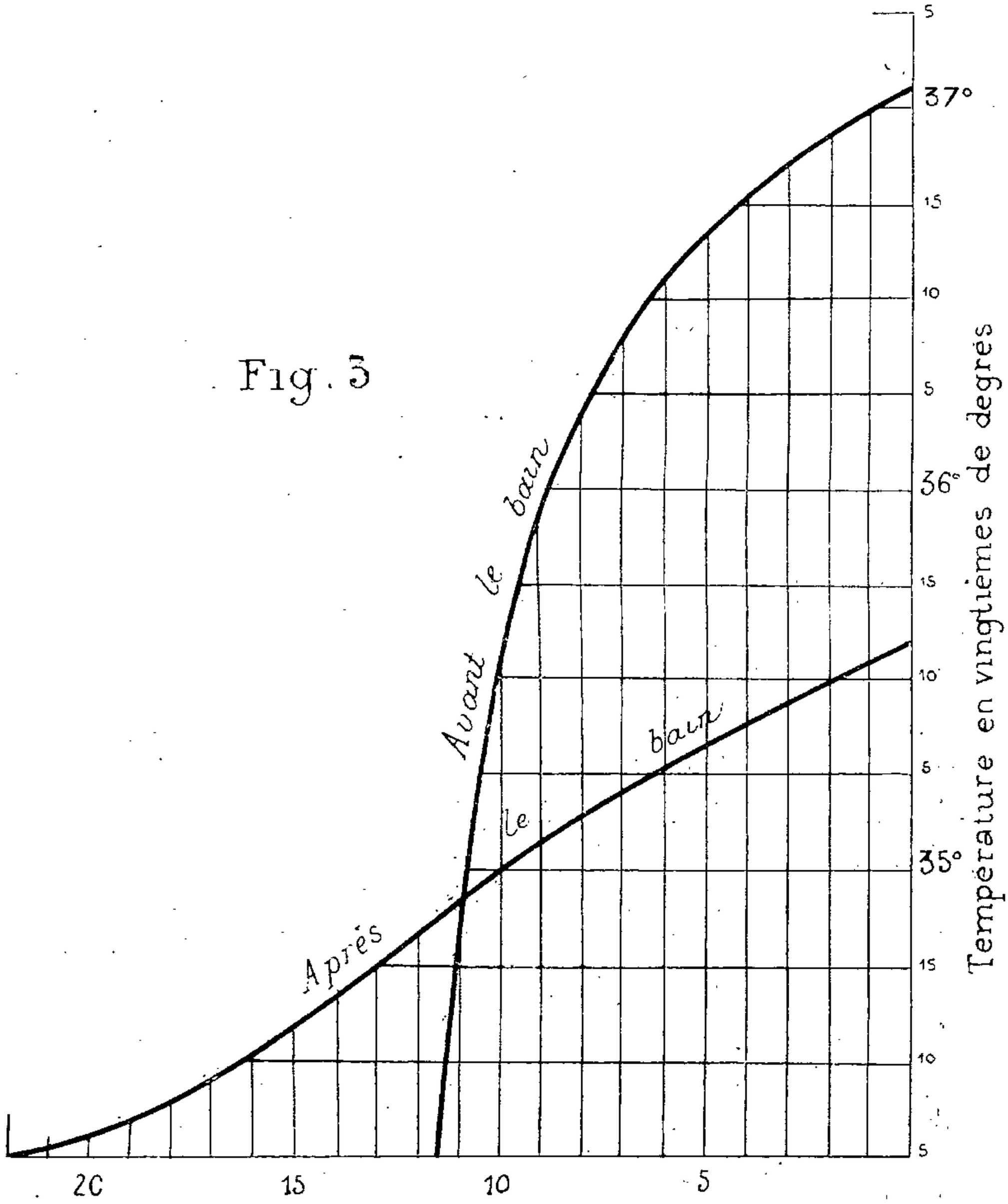
Courbes d'ascension thermométrique pendant un accès paludeen

qui augmente la résistance de la peau aux pertes de chaleur. Pendant le frisson de la fièvre paludéenne, de la pneumonie, de la fièvre urineuse, la courbe d'ascension prend un caractère particulier, la vitesse d'ascension restant sensiblement constante pour une échelle étendue de la température. La figure 2 montre une courbe d'ascension thermométrique pendant un

violent frisson de fièvre paludéenne, et la courbe du même malade une heure après le frisson.

Action du bain froid. — La figure 3 montre l'action, sur un sujet normal, d'un bain d'une demi-heure à 22°; la température s'est abaissée de 37° 1/20e

Fig. 3



Influence sur la courbe d'ascension thermométrique
d'un sujet normal
d'un bain d'une demi-heure à 22 degrés

à 35° 12/20e; l'ascension thermométrique est devenue beaucoup plus lente; pour se défendre contre le refroidissement, la résistance de la peau aux pertes de chaleur est devenue 1,60 fois ce qu'elle était avant le bain.

Conclusions. — Cette étude demande à être étendue à tous les cas de la physiologie et de la pathologie; mais notre but, dans cette communication, est de décrire la méthode, et de montrer par quelques exemples les services que peut rendre la représentation graphique de la courbe d'ascension thermométrique.

M. le Dr RAPPIN

Professeur à l'École de Médecine de Nantes.

ACTION DE L'URÉE SUR LES CULTURES EN BOUILLON DU BACILLE DE LA TUBERCULOSE ET SUR LE COBAYE TUBERCULEUX [589-95]

— Séance du 13 septembre —

Après avoir tenté à peu près vainement, pendant plus de trois ans, de produire un sérum antituberculeux réellement actif, par l'injection aux animaux, des divers produits extraits des cultures du bacille de Koch, et m'être convaincu que l'immunisation contre l'infection par ce bacille, relève très probablement de conditions autres que celles que nous assignons, à l'heure actuelle, à l'immunité acquise contre d'autres infections ou intoxications, comme la diphtérie par exemple, j'ai été amené, ainsi que je l'ai déjà exposé au dernier Congrès de médecine, à étudier le germe tuberculeux, plus particulièrement dans les effets qu'il pouvait exercer sur la nutrition même de l'organisme.

C'est ainsi que, de concert avec M. Daniel, chimiste, attaché alors à notre laboratoire, j'ai pu d'abord, en me basant sur la spoliation en azote que ce bacille détermine dans les bouillons où on le cultive, inférer qu'il agissait très probablement dans le même sens sur la cellule animale.

Afin de serrer plus près le problème pathogénique, me fondant sur l'étude parallèle du terrain, du sol organique, sur lequel le bacille est appelé à pousser, je me suis rappelé en même temps les enseignements et les données que la Clinique vient assez fréquemment nous fournir, en nous montrant, par exemple, que le sol des arthritiques, n'est pas volontiers un sol facilement tuberculeux. Et comme dans ce sol, dans l'équation biochimique, si j'ose ainsi dire, qui le caractérise, les composés ou les dérivés de l'acide urique dominent, je me suis demandé, si, dans cette

résistance au moins relative de l'arthritique à l'invasion tuberculeuse, il n'était pas permis d'attribuer une certaine part à la présence de ces composés.

Dans le but de contrôler cette hypothèse, j'ai institué, avec l'aide de M. Fortineau, un certain nombre d'expériences qui semblent montrer qu'elle renferme au moins une part de vérité.

J'ai étudié parallèlement et au moyen du bouillon communément employé pour la culture du bacille de la tuberculose (bouillon de veau glycériné à 4 pour cent), le développement de ce bacille dans des ballons de ce bouillon additionnés, les uns d'acide urique, les autres d'urate de soude, d'autres enfin d'urée, en proportions variant de dix centigrammes à deux grammes pour cent ou cent vingt-cinq grammes de bouillon, tous ces ballons mis en comparaison avec des bouillons témoins ensemencés exactement dans les mêmes conditions, avec la même souche et placés en même temps à l'étuve.

En raison du coefficient de solubilité, à peu près nul de l'acide urique dans ces bouillons, les cultures obtenues dans les séries additionnées de ce composé et même à la plus haute dose, n'ont éprouvé aucun retard, et se sont développées, dans tous les cas, avec la même abondance et aussi richement que celles des ballons témoins. De ce côté, l'action a été entièrement nulle.

Le même résultat a été obtenu, dans les bouillons additionnés d'urate de soude, malgré la grande solubilité de ce composé.

Mais, il n'en a plus été de même dans les ballons additionnés d'urée, même à la dose presque infime de dix centigrammes pour cent ou cent vingt-cinq grammes de bouillon.

Dans les cinq séries d'expériences que j'ai faites avec ces trois composés, le résultat a été le même, et, tandis que l'action ou le contact de l'acide urique et de l'urate de soude demeurait sans effet sur le développement des cultures, les ballons additionnés d'urée sont demeurés stériles. La dernière expérience s'est montrée particulièrement démonstrative.

Quatre ballons contenant chacun cent grammes de bouillon glycériné, sont additionnés de 50 centigrammes — 1 gramme — 1 gr. 50 — et 2 grammes d'urée et mis en parallèle chacun avec un ballon témoin, ensemencé avec la même culture et dans les mêmes conditions.

Après le vingt et unième jour de mise à l'étuve, sur le bouillon contenant 50 centigrammes d'urée, on note un développement extrêmement maigre et chétif, et entourant d'une zone à peine appréciable les trois pellicules d'ensemencement que l'on a déposées plus nombreuses, à dessein, pour mieux souligner le résultat final.

Sur le bouillon d'un gramme, la pellicule d'ensemencement large au début comme l'öse, mesure à peine à ce moment le diamètre d'une pièce de cinquante centimes.

Les deux ballons de 1 gr. 50 et de 2 grammes ne présentent tous deux à leur surface que la pellicule d'ensemencement telle qu'elle y a été déposée : la végétation a été entièrement nulle.

Concurremment, l'examen des quatre ballons témoins accuse un très riche développement. La surface des bouillons est complètement recouverte et la culture monte même par place sur les parois des ballons.

Il semble que l'urée se conduise ici à la façon d'un antiseptique.

Incidemment et par comparaison, nous avons cherché à voir si cette action s'exerçait de même sur certains autres organismes et nous avons tenté de cultiver plusieurs espèces dans des bouillons également additionnés de diverses proportions d'urée, mais les résultats n'ont plus été les mêmes. C'est ainsi que, dans ces mêmes conditions, les cultures du bacille de la diphtérie, du coli bacille, du staphylocoque et du pyocyanique, n'ont paru en rien influencées par l'addition de l'urée, dans les bouillons de culture. S'agit-il là, pour le bacille de la tuberculose, d'une action vraiment spécifique, c'est ce qu'il conviendrait de rechercher plus complètement.

Il y a quelque temps, le docteur H. Harper, de Nottingham, se basant sur des considérations de même ordre que celles que j'ai exposées au début de cette note, a fait connaître que l'injection ou aussi l'ingestion d'urée à doses variant de 1 gr. 30 à 4 grammes et en solution dans l'eau stérilisée lui avait permis d'obtenir, dans le traitement de la tuberculose pulmonaire, des résultats se traduisant par une atténuation des signes stéthoscopiques, une diminution de l'expectoration et surtout par une augmentation du poids du corps.

Encouragé par mes expériences personnelles et aussi par la connaissance du travail de notre confrère, j'ai commencé depuis plusieurs mois à traiter de même par l'injection sous-cutanée d'urée en solution titrée et stérilisée, et aussi par l'ingestion, un certain nombre de cobayes tuberculeux, mis parallèlement en observation avec des témoins inoculés avec la même culture et dans les mêmes conditions.

Bien qu'à la vérité, les résultats, que j'ai pu noter jusqu'ici, ne me semblent pas suffisamment acquis pour être présentés aujourd'hui, je ne peux m'empêcher toutefois de dire qu'un certain nombre d'animaux traités ont paru être très heureusement influencés par ces injections et que dans certains cas l'augmentation de poids et la survie observées chez eux ont été très apréciables.

Nos expériences étant maintenant en cours de ce côté, les observations de ces animaux feront l'objet d'un travail ultérieur.

M. le Dr FERRANDI

Médecin-chef de l'hôpital militaire d'Ajaccio.

NOTE CLINIQUE SUR L'ACTION DE LA COCAÏNE DANS LA VARIOLE ET PARTICULARITÉS DE L'ÉVOLUTION DE LA VACCINE [615.781.6:616.912]

— Séance du 13 septembre —

Dans quatre cas de variole et de varioloïde (1), nous avons eu l'idée de recourir à la cocaïne préconisée et employée avec succès par le Dr Ory et par le Dr Luton, de Reims. Ce sont les résultats de cette médication, résumés dans les observations suivantes, que nous avons l'honneur de vous exposer.

Observation I *(Variole discrète)*. — Le nommé S..., jeune soldat d'infanterie, entre à l'hôpital le 24 novembre 1899, porteur d'une éruption assez abondante à la face et au front avec fièvre modérée, et de trois pustules vaccinales formées à chaque bras une semaine après l'inoculation.

Le premier jour, 14 centigrammes de chlorhydrate de cocaïne dans 200 grammes d'eau sucrée sont prescrits par cuillerée à bouche toutes les deux heures; cette dose, continuée le lendemain, est réduite à 10 centigrammes les trois jours suivants.

La température redevient normale le lendemain de son entrée, le plus grand nombre des éléments éruptifs s'affaissent et se décolorent après la deuxième dose, puis disparaissent rapidement et la dessiccation des rares pustules développées est complète le cinquième jour.

Observation II *(Varioloïde)*. — Le nommé C..., artilleur, entre à l'hôpital le 7 décembre 1899 avec de nombreuses papules dont quelques-unes sont déjà transformées en vésico-pustules disséminées sur tout le corps.

Une dose quotidienne de 10 centigrammes de cocaïne est administrée pendant quatre jours : affaissement rapide et dessiccation complète de toutes les pustules à la fin de cette période; pas la moindre trace de fièvre de suppuration.

Observation III *(Varioloïde)*. — Le nommé M..., jeune soldat d'infanterie, entre le 8 décembre, porteur d'une éruption assez abondante se présentant sous forme de papules, mais offrant dans son ensemble un aspect morbilliforme; température 38°; 10 centigrammes de cocaïne trois jours de suite. Dès le lende-

(1) Survenue dans la garnison d'Ajaccio pendant l'épidémie qui a sévi l'an dernier sur la population civile.

main, la fièvre tombe, l'appétit revient, la rachialgie et la rougeur disparaissent; tous les éléments avortent le troisième jour.

Observation IV *(Variole confluente)*. — Il s'agit d'un officier supérieur, entré d'urgence le 3 décembre pour variole confluente grave.

En moins de deux jours l'état papuleux se transforme en vésicules et en pustules absolument confluentes à la face, qui devient le siège d'un gonflement érysipélateux énorme et ressemble à un véritable masque, confluentes également sur le tronc, mais discrètes aux membres inférieurs et particulièrement aux extrémités; 15 centigrammes de chlorhydrate de cocaïne par jour, dans 150 grammes d'eau sucrée, sont administrés régulièrement pendant une semaine. La température reste normale six jours de suite; le 9 seulement, un peu de fièvre de suppuration (39° le matin, 38° le soir, coïncident avec un léger délire de quelques heures). Le 10, commencement de la dessiccation, qui est achevée le 13; la face n'est plus alors qu'une vaste croûte. Toutes les périodes sont parcourues en dix jours; la salivation est abondante, mais il n'y a pas de dysphagie, malgré l'étendue de l'œnanthème de la gorge, ce qui nous permet d'alimenter le malade avec du lait et du bouillon. Les croûtes ne tardent pas à tomber et aucune complication ne survient, si ce n'est un trouble cérébral passager, de deux ou trois heures, qui est plutôt une hallucination de la vue : le malade nous dit voir défiler un régiment sur le mur de sa chambre. Il sort le 30, ne présentant que des cicatrices apparentes sur les ailes du nez.

Dans ces observations, deux phénomènes surtout nous ont frappé : 1° la disparition, l'absence de la suppuration et de la fièvre qui en est la signature; 2° la régression, l'arrêt dans l'évolution des vésicules et des pustules, sans compter l'état général relativement assez bon, le manque complet de douleur et de dysphagie, malgré la présence d'un œnanthème plus ou moins étendu, et par suite la possibilité d'alimenter facilement nos malades, surtout celui qui fait l'objet de la dernière observation, de beaucoup la plus intéressante. Il a en effet guéri très vite, bien que Trousseau attribue une signification pronostique fatale à l'absence du gonflement des extrémités dans la variole confluente.

Nous sommes persuadé que ces résultats sont dus à l'action de la cocaïne, aux doses employées, à la façon de l'administrer. En effet, cet alcaloïde qui, à doses un peu fortes, est un déprimant du système nerveux, nous semble, au contraire, à doses moyennes et répétées, un précieux incitant des centres cérébro-spinaux : il agit en activant les fonctions des cellules centrales, en provoquant des modifications physiologiques dans l'intimité des différents organes. Aux désordres pathologiques produits par les toxines du micro-organisme probable de la variole, il oppose l'ordre physiologique et empêche la stase sanguine, condition favorable au développement des microbes. La cocaïne paraît ainsi mettre l'organisme en état de défense, inciter les cellules à la lutte, aider à la phagocytose par action directe et indirecte, modifier et supprimer les phénomènes de suppuration.

Il y aurait là une action analogue à celle des sérums, qui augmentent la vitalité des cellules.

Nous sommes aussi porté à croire que les applications de la cocaïne, à doses moyennes (10 à 15 centigrammes) et souvent répétées, pourraient devenir plus nombreuses dans les infections généralisées. Luton en a d'ailleurs éprouvé les vertus antiseptiques dans d'autres maladies infectieuses, et l'a employée surtout avec succès dans la diphtérie.

Peut-être, à notre avis, y aurait-il lieu, dans les formes adynamiques, de l'associer à la strychnine, dont M. le Pr Bouchard a eu tant à se louer dans la grippe.

Nous ne croyons pas devoir terminer cette petite étude, à peine ébauchée, sans faire ressortir les particularités curieuses constatées chez deux de nos malades au cours de l'évolution de la vaccine.

Le malade de la première observation est un exemple de la courte durée de l'immunité vaccinale de certains sujets : vacciné à l'âge de deux ans et revacciné à dix-huit ans, il est revacciné de nouveau avec succès au moment de son incorporation, et nous assistons à l'évolution simultanée de la vaccine et d'une variole discrète, bien que beaucoup d'auteurs prétendent, avec de nombreuses statistiques à l'appui, que la revaccination seule met à l'abri de la variole.

Chez celui de la deuxième observation, il nous a été permis de constater que la vaccine, complètement arrêtée dans son développement par la varioloïde, a évolué brusquement dans l'espace de vingt-quatre heures, treize jours après l'inoculation du vaccin, alors que la guérison de la varioloïde était définitive depuis une semaine.

Ainsi il est revacciné le 6 décembre, tout à fait au début d'une éruption qui passe d'abord inaperçue. Rien ne paraît aux piqûres jusqu'à la dessiccation; ce n'est que le 18 qu'il éprouve une démangeaison aux bras qui rougissent en quelques instants, et dans la même journée, trois belles pustules vaccinales se développent de chaque côté.

Ce sont là des faits qui ne nous paraissent pas absolument dénués d'intérêt scientifique.

Aussi avons-nous jugé à propos de les signaler.

M. le Dr FERRANDI

Médecin-chef de l'hôpital militaire d'Ajaccio.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CLINIQUE DU PALUDISME EN CORSE

[616.936:45.9]

— *Séance du 13 septembre* —

Le service dont nous sommes chargé depuis plus de dix ans à l'hôpital militaire d'Ajaccio nous a fourni l'occasion de traiter un millier de malades atteints de paludisme, et nous a ainsi permis d'observer toutes les formes de cette affection. Les modalités cliniques sous lesquelles elles se présentent, la variété de leurs complications, et certains caractères en quelque sorte propres aux conditions inhérentes au pays, ont plus particulièrement attiré notre attention. Leur ensemble nous a donc paru offrir assez d'intérêt pour en faire l'objet de notre modeste contribution à l'étude clinique du paludisme en Corse ; elle n'est d'ailleurs que le résultat d'une assez longue observation personnelle. Deux faits principaux nous ont surtout frappé :

1° Un grand nombre de maladies revêtent souvent un caractère d'intermittence très marqué. Que de fois n'avons-nous pas vu la dothiénentérie débuter par des accès nettement intermittents et la fièvre ne devenir continue qu'après une période de huit à dix jours ! Que de fois aussi n'avons-nous pas vu des manifestations paludéennes, rémittentes ou continues, se transformer en intermittentes au bout de quelques jours ! Il en est de même des bronchites aiguës, simples ou grippales : la fièvre qui les accompagne est, dans bien des cas, franchement intermittente, sans qu'il soit possible de lui assigner, de près ou de loin, une origine malarique.

2° Un autre fait non moins digne de remarque, c'est la facilité avec laquelle se réveille le paludisme, même le plus ancien. La cause la plus banale, le moindre traumatisme, la plus petite opération (injection hypodermique, ouverture d'un abcès, avulsion d'une dent) suffisent quelquefois pour donner le coup de fouet à une affection palustre dont la date d'invasion remonte à dix, quinze et vingt ans. Mais de toutes les causes qui exercent cette influence, celle qui tient le premier rang, c'est sans contredit la grippe, et nous pouvons affirmer que jamais nous n'avons eu à traiter un ancien paludéen atteint de cette affection sans constater chez lui le retour de la malaria, soit pendant la maladie, soit pendant la convales-

cence. Voilà, à notre avis, ce qui explique en grande partie la fréquence relativement grande des fièvres récidivées dont quelques-unes sont d'une ténacité désespérante.

Dans certaines localités, à Bonifacio, par exemple, bien que les formes ordinaires dominent, le paludisme d'invasion débute souvent sans le moindre accès, tantôt par du malaise, de la lassitude et des bouffées de chaleur avec pâleur et affaiblissement rapidement progressif, tantôt par ces deux derniers symptômes seulement sans aucun signe subjectif. C'est l'anémie d'emblée, comme nous avons pu l'observer l'année dernière sur une vingtaine d'hommes du bataillon de Bonifacio qui ont eu leurs premiers accès pendant les manœuvres, sous l'influence d'une cause quelconque : fatigue inséparable des marches, refroidissement ou changement de résidence, de climat et d'altitude.

Parfois la cachexie elle-même s'installe d'emblée, et il nous est arrivé de trouver des rates sensiblement hypertrophiées chez des hommes qui ne s'étaient jamais fait porter malades. Un vieux paludéen de notre connaissance nous a affirmé avec une conviction profonde qu'il venait d'être atteint pour la première fois de fièvre intermittente, et après trois accès consécutifs aux premières marches, notre réserviste est retourné tranquillement dans la plaine si insalubre d'Aléria pour y continuer son pénible métier de cantonnier. Or son appétit est dévorant, bien qu'il ait une rate énorme (36 centimètres de hauteur sur 14 de largeur), avec laquelle il n'a pas l'air de faire mauvais ménage depuis dix ans qu'il casse des pierres !

Il y a d'autres cas de ce genre, notamment chez les paysans qui travaillent dans les plaines d'Aléria, de Sagone et de l'embouchure du Liamone.

Il convient de signaler également la fréquence des diverses complications du paludisme. La pneumonie est loin d'être rare, et bien des fois nous l'avons vu éclater par un point de côté violent en même temps que le premier stade d'un accès, et à la même heure que les accès antérieurs, avec des lésions qui n'étaient perceptibles à l'auscultation qu'au moment des paroxysmes fébriles : crachats rouillés, matité, souffle tubaire, bouffées de râles crépitants secs, rien ne faisait alors défaut ; mais tout disparaissait avec l'apyrexie.

Dans ces formes pneumo-paludéennes, que je me garderai cependant de considérer comme des entités morbides, le processus local est intimement lié à la cause qui provoque l'accès, et la chute brusque de la température suit toujours de près l'administration d'une forte dose de quinine. Rares non plus ne sont pas les cas de toux quinteuse, de congestion pulmonaire et de pleurésie sèche.

Quant aux complications cardiaques, je n'en ai rencontré qu'une seule, chez un maréchal des logis de gendarmerie, touché depuis de longues

années par la malaria et mort de cachexie : il présentait à l'autopsie des dépôts calcaires au niveau des valvules sigmoïdes de l'aorte.

La néphrite aiguë n'a été constatée que dans deux cas, dont l'un était compliqué d'albuminurie et d'hématurie. Nous en dirons autant des paralysies : l'une, passagère, a disparu avec les accès ; l'autre, persistante et survenue brusquement, dans l'étendue du tiers inférieur de la cuisse gauche, chez un paludique atteint d'anémie profonde et de cachexie, a très longtemps résisté aux courants continus.

Les formes larvées (névralgies sus-orbitaires et intercostales, douleurs articulaires, exanthème et en particulier urticaire, diarrhée), sont au contraire remarquables par leur fréquence et la rapidité avec laquelle elles cèdent à la quinine, qui est la pierre de touche du diagnostic. — Qu'il nous soit permis d'en citer deux exemples :

Un officier, qui s'était vainement traité pendant deux ans pour des coliques violentes accompagnées d'une abondante selle diarrhéique survenant subitement tous les soirs à 8 heures, ne savait plus à quel saint se vouer, lorsqu'après avoir épuisé l'arsenal pharmaceutique il songea enfin au médecin : deux doses de 1 gr. 50 de sulfate de quinine eurent raison de sa diarrhée.

Un de nos confrères et ami d'Ajaccio, qui avait été impaludé en 1884, a été pris huit ans après de manifestations extrêmement douloureuses localisées à la nuque et plus exactement à l'articulation de l'axis et de l'atlas, avec des exacerbations correspondant à des accès bien caractérisés. Comme tant d'autres, il n'a dû sa guérison qu'à la quinine, arme puissante et merveilleuse qu'il faut savoir manier, car, suivant l'expression d'un médecin distingué de Bastia, sénateur de la Corse, mort il y a sept ans, que ferions-nous sans elle dans ce pays ?

Les formes pernicieuses s'observent beaucoup moins qu'en Algérie, comme nous avons été à même de nous en assurer pendant six ans, et mille atteintes de paludisme n'ont fourni que trois accès pernicieux : l'un à forme comateuse, l'autre à forme syncopale et le troisième, à la fois convulsif et comateux, mortel en huit heures malgré de fortes doses de chlorhydrate en injections. Un de nos confrères des environs nous disait tout récemment qu'il n'avait vu que deux fièvres pernicieuses en dix-huit ans, bien qu'il ait une moyenne annuelle de cent paludiques.

Caractères particuliers des accès. — 1° Les accès, en Corse, ont lieu beaucoup plus souvent dans l'après-midi, surtout vers deux heures, que dans la matinée, contrairement à ce qui est écrit et affirmé par tous ceux qui se sont occupés de paludisme, d'où la nécessité de chercher par tous les moyens à le dépister pour ne pas le confondre avec les fièvres symptomatiques, ce qui n'est pas constamment chose facile ; 2° Ils présentent,

quoique très rarement, le type inverse ou à stades renversés signalé par Griesinger, et nous en avons recueilli deux observations probantes dans lesquelles la sueur était initiale et précédait nettement le frisson. Nous sommes ici, à notre grand regret, en désaccord avec un de nos maîtres vénérés, M. Léon Colin, si compétent en la matière, qui nie formellement l'interversion des stades dans la fièvre intermittente, ne l'admettant à peine que pour la fièvre rémittente ou pernicieuse.

Caractère commun à un nombre assez considérable de cas de paludisme. — Que de fois il nous est arrivé de nous trouver en présence de fièvres rémittentes ou continues dont les symptômes et la marche simulaient, à s'y méprendre, la fièvre typhoïde ! Seules les taches rosées manquaient à l'appel, et ce n'est qu'après sept à huit jours d'isolement que nous étions fixés : la température tombant alors à la normale, nous n'avions plus affaire, après une apyrexie plus ou moins longue, qu'à des accès intermittents.

Nous sommes ainsi amené à dire quelques mots de la typho-malarienne. Elle est loin d'être rare, surtout à Bonifacio qui, à différentes époques, en a été le principal foyer, et il est vraiment à souhaiter que dans les deux villes les plus importantes de la Corse on installe un laboratoire bactériologique suffisant pour le séro-diagnostic et la recherche de l'hématozoaire et de tous les bacilles. — Un vœu encore plus ardent que nous nous permettons d'émettre, en terminant, c'est que les membres éminents du Congrès, qui nous ont fait l'honneur de visiter notre pays, veuillent bien associer leurs efforts à ceux de nos représentants pour demander aux pouvoirs publics l'assainissement de nos plaines. Sans cette condition indispensable, la Corse, malgré la lutte engagée partout avec raison contre les moustiques, ne sera jamais délivrée du fléau qui la désole. Telle est la question capitale à la solution de laquelle sont subordonnés sa prospérité et son avenir.

M. E.-M. ROHR

Vétérinaire en 1er au 17e d'artillerie, à La Fère.

DES LOCALISATIONS ABDOMINALES DU STREPTOCOQUE GOURMEUX. ABCÈS DES PAROIS INTESTINALES, DES LYMPHATIQUES ET DES MÉSENTÈRES

[589.95 : 611.38]

— *Séance du 13 septembre* —

PREMIÈRE OBSERVATION

Une jument de quatre ans est achetée le 21 juin 1890, par le dépôt de remonte de Guingamp et livrée au corps peu de jours après. Elle est alors sans énergie, mais dans un assez bon état, qui se maintient encore quelques mois, puis on remarque un léger affaiblissement, et, parfois, quelques manifestations de coliques sourdes de peu de durée. Elle est l'objet de soins spéciaux.

Au mois de juin 1891, Gaza est détachée pour une période de deux mois ; son nouveau service est peu pénible, régulier, tout à fait en rapport avec ses moyens ; l'amaigrissement s'accentue cependant.

Le 25 juillet, étant attelée, elle est atteinte de coliques sourdes au début, violentes ensuite, d'une durée de seize heures, traitées par le vétérinaire de la localité.

Placée à l'infirmerie dès son retour, le 28 août, elle ne présente qu'une seule fois des douleurs abdominales assez fugaces.

Nous avons recours à l'exploration rectale, mais sans succès.

Sous l'influence de soins assidus, d'un régime fortifiant, de toniques, de purgatifs et de diurétiques salins, administrés chaque matin en petite quantité, l'appareil digestif semble revenu à son fonctionnement normal, lorsque, le 28 septembre, elle est reprise de coliques aussi violentes, paraît-il, que celles dont elle avait souffert au détachement.

La face grippée dénote une angoisse profonde. La circulation et la respiration sont accélérées. L'animal se couche, se roule, se relève, puis, perdant tout instinct de conservation, se laisse tomber brusquement en se heurtant la tête contre le sol et semble quelquefois éprouver un soulagement à se maintenir sur le dos, les membres fléchis. Il en est ainsi de toute la soirée et d'une partie de la nuit.

Le lendemain, la malade est sans mouvements, à bout de forces, allongée dans un décubitus latéral ; elle cherche, néanmoins, à manger ou à boire lorsqu'on lui présente un aliment ou de l'eau. Au soir, nous la trouvons debout; son corps est couvert d'ecchymoses et de plaies assez profondes produites par les mouvements désordonnés auxquels elle s'est livrée.

Procédant alors au toucher rectal, nous constatons que le bras ne peut pénétrer à plus de quarante centimètres ; il en est empêché par un rétrécissement très prononcé, qui permet à peine l'introduction des doigts repliés. En vue de

combattre cet obstacle, l'exploration est plusieurs fois répétée. Des coliques sourdes apparaissent chaque jour, en gagnant d'intensité. En même temps, surviennent des symptômes de péritonite et de septicémie; on remarque des frissons; la température atteint 41°; la circulation est accélérée, le pouls petit, dur ; les muqueuses sont cyanosées et les urines troubles, albumineuses.

Le 5 octobre, la jument est complètement abattue, somnolente, dans un état de faiblesse extrême, avec une diarrhée intense, continue ; l'abdomen est distendu par les gaz. Elle tombe pour ne plus se relever et meurt le 6 au matin.

AUTOPSIE. — Les muscles sont décolorés.

La partie antérieure et inférieure du lobe droit du poumon montre des traces de pneumonie lobulaire chronique. La cavité abdominale renferme environ cinq litres d'un liquide jaune rougeâtre, à aspect ichoreux, formé de sérum, de globules de pus, de fibrine et de cellules en voie de destruction.

A première vue, les intestins sont plus ou moins congestionnés par place, mais d'une façon accusée vers la partie moyenne du côlon flottant, où l'on aperçoit une tumeur volumineuse.

Le péritoine est hyperhémié et farci de petites ecchymoses ; ces lésions sont plus accentuées vers la région postérieure, où la séreuse est terne et recouverte d'un exsudat assez épais, d'un jaune clair.

Procédant avec ordre, nous incisons le tube intestinal dans toute sa longueur.

Rien à signaler dans l'intestin grêle, le cœcum et le gros côlon.

Le côlon flottant est congestionné légèrement dans sa première moitié, avec plus d'intensité ensuite. En ce point existe une néoplasie simulant assez un estomac distendu dont le pourtour est une anse intestinale d'environ 70 centimètres, complètement adhérente, n'ayant de superficiel que la moitié de sa paroi. L'anse intestinale qui suit, longue d'un demi-mètre, est libre dans sa courbure; son extrémité postérieure, qui aboutit au rectum, adhère sur 10 centimètres à la partie postérieure de la tumeur, un peu au-dessus du point où cette anse se dégageait du néoplasme; là est le rétrécissement qui s'opposait à l'exploration rectale.

La muqueuse de la portion du côlon flottant qui entoure la tumeur est très hypertrophiée, plissée, d'une coloration d'un gris jaunâtre foncé, recouverte par un exsudat épais grisâtre ; les follicules sont gonflés. Des lésions existent aussi, mais à un degré moindre, sur la muqueuse de l'anse libre. On ne remarque aucune altération. La partie terminale de cet intestin est le siège d'une dilatation précédant immédiatement le rétrécissement déterminé par un fort épaississement de la paroi intestinale à son attache au néoplasme. Le mésentère est épais ; les vaisseaux, gorgés de sang, forment de belles arborisations.

Cette néoplasie inflammatoire, résistante en son pourtour, se ramollit et s'amincit progressivement vers le centre où se perçoit la fluctuation.

A sa face inférieure est une ouverture linéaire de deux centimètres, par où une partie du pus s'est écoulée dans le péritoine. Elle est constituée par un abcès contenant environ cinq litres d'un pus blanc, jaunâtre, crémeux, formant parfois des caillots accolés aux parois. La surface interne est irrégulière, déchiquetée, à *infundibulum* nombreux, d'une coloration d'un gris verdâtre, plus ou moins foncé.

Une coupe de la masse, par son milieu, montre, de l'extérieur au centre : 1° La paroi externe de l'intestin (par rapport à l'abcès) épaissie ainsi que ses différentes couches ; 2° la paroi interne considérablement augmentée de volume;

sauf la muqueuse, on ne distingue plus ni le tissu conjonctif sous-muqueux, ni la tunique musculeuse, mais une sorte d'épaississement fibreux en forme de croissant, d'un blanc nacré, résistant, criant sous l'instrument tranchant et atteignant, dans certains endroits, 4, 6 centimètres et plus d'épaisseur, avec quelques abcès disséminés et sous-muqueux ; 3° au centre, la cavité de l'abcès.

Les vaisseaux lymphatiques correspondants sont le siège d'une inflammation intense. Très hypertrophiés, ils atteignent 4 à 5 centimètres de diamètre et adhèrent, par place, à la tumeur.

Une coupe laisse apercevoir un point central rougeâtre, entouré d'une couche fibreuse d'un blanc nacré ; dans d'autres points on trouve, au centre, du pus caséeux ; sur leur trajet est une forte dilatation de la grosseur d'une orange, à parois peu épaisses, jaune pâle extérieurement et blanche à l'intérieur, qui renferme un suc lactescent tenant en suspension un très grand nombre de globules, de pus ou d'éléments embryonnaires en voie de dégénérescence.

Les reins sont atteints d'une néphrite purulente ; la substance corticale est hyperhémiée, d'un rouge jaunâtre piqueté ; le parenchyme est parsemé de taches d'un gris jaunâtre.

Le foie, un peu plus volumineux, est gorgé de sang.

DEUXIÈME OBSERVATION

Jument née en 1885, achetée le 19 mai 1890, et livrée au corps le 23 du même mois.

Le 12 juin, Pise entre à l'infirmerie pour gourme avec abcès sous-glossiens ; elle en sort dix-neuf jours après. Son état général laisse bientôt à désirer ; elle maigrit, devient somnolente et indifférente à tout ce qui l'entoure, l'appétit est capricieux. Pour ces motifs, elle est reprise à l'infirmerie, le 17 août, et soumise à un régime tonique et reconstituant, qui ne produit pas le résultat espéré. Pendant ce séjour, elle manifeste des symptômes de coliques sourdes, l'affaiblissement s'accentue, les battements du cœur sont plus nombreux qu'à l'ordinaire, les reins résistent à la pression.

On ne constate rien d'anormal du côté de la poitrine ; mais, bien que le toucher rectal ne dénote également aucune lésion, il est à prévoir des complications du côté de l'abdomen. En effet, les douleurs abdominales sont plus fréquentes et plus accusées ; le ventre augmente de volume dans sa partie inférieure, les flancs se creusent légèrement.

Le 5 septembre, les coliques ont une intensité qu'elles n'avaient jamais eue. sans cependant être aussi aiguës que celles remarquées plus tard chez Gaza. L'animal se couche, se relève souvent, gratte le sol, regarde son ventre, rassemble les membres, fléchit les antérieurs avec précaution, se met à genoux, puis, après quelques secondes d'hésitation, laisse tomber lourdement le train postérieur en faisant entendre une plainte. Pise cherche ensuite à se rouler, mais sans insister outre mesure ; nous n'avons pas remarqué qu'elle se soit placée de préférence dans la position dorsale, symptôme qui, d'ordinaire, se manifeste avec l'existence des tumeurs abdominales. Dès ce jour, les excréments sont sanguinolents et purulents.

Il en est ainsi jusqu'au 7 ; les forces vitales diminuent, des sueurs apparaissent ainsi que des frissons, et l'animal succombe le lendemain matin.

Autopsie — Les muscles sont décolorés.

Le péritoine est épaissi, hyperhémié, recouvert d'un exsudat fibrineux jaune clair à sa surface et du côté du diaphragme, du foie et de l'estomac. Il renferme environ 5 litres d'une sérosité jaune rougeâtre.

Les intestins sont congestionnés, particulièrement vers l'origine du jejunum. En déplaçant les intestins avec attention, on découvre une néoplasie située à l'endroit où l'intestin grêle passe derrière l'artère grande-mésentérique pour se porter à gauche et où cette portion intestinale s'unit par un frein séreux à l'origine du côlon flottant ; son volume représente assez celui d'un estomac, son poids est de 6 kilogrammes ; la surface en est très irrégulière, bossuée, parcourue en différents sens par des masses intestinales adhérentes et surmontées de cordons noueux de 3 ou 4 centimètres de diamètre, qui ne sont autres que les lymphatiques hypertrophiés.

Environ 3 mètres d'intestin, appartenant à l'intestin grêle et au côlon flottant, sont englobés par ce néoplasme. On suit très bien le duodénum, qui aboutit à la tumeur pour se continuer par le jejunum qui s'en détache, et une anse du côlon flottant située normalement à gauche du cœcum répondant à la terminaison du duodénum. Une coupe de cette néoplasie inflammatoire nous montre : 1° un épaississement fibreux, résistant, criant sous l'instrument tranchant, d'un blanc nacré avec des points rougeâtres et de nombreux abcès disséminés à dimensions variables ; 2° au centre, un vaste abcès qui renferme environ deux litres d'un pus gris verdâtre, épais, formant par places des caillots accolés aux parois ; 3° plus extérieurement, les portions intestinales dont la paroi interne (par rapport au néoplasme) a pris part à l'inflammation et disparaît dans cette néoplasie ; 4° les cordons lymphatiques, très hypertrophiés, qui adhèrent également et dont une coupe laisse voir un centre rougeâtre entouré d'un tissu résistant d'un blanc nacré ; dans d'autres points, la partie centrale est occupée par de la matière purulente condensée ; la paroi de l'intestin, les lymphatiques et l'abcès se confondent par place ; la surface interne de l'abcès est déchiquetée, irrégulière, avec de nombreux infundibulum.

La muqueuse intestinale mise à nu est épaissie, d'un gris foncé, hyperhémiée et recouverte d'un exsudat grisâtre assez dense ; les follicules sont gonflés ; elle est aussi le siège d'ulcérations, dont trois mesurent un peu plus de 2 centimètres et correspondent avec l'abcès central ; deux existent dans l'intestin grêle ; la troisième, plus petite, sur le côlon flottant.

Le foie a une coloration jaune clair ; son tissu est friable. Les reins montrent des traces de néphrite purulente.

TROISIÈME OBSERVATION

La jument Guirlande, achetée à Caen, le 11 janvier 1895, est arrivée au corps le 3 février.

C'est une jument de selle ayant assez de physionomie, de la finesse dans ses attaches ; sa robe est foncée à teinte franche, l'œil est expressif, tempérament nervoso-sanguin.

Les motifs de son entrée à l'infirmerie sont un léger empâtement de l'auge et une angine laryngo-pharyngée au début.

Les premiers symptômes s'accentuent les jours suivants : l'empâtement de l'auge n'augmente pas, mais la région parotidienne à gauche, chaude, assez douloureuse, s'engorge vers son tiers moyen.

La malade ne manifeste aucune gêne de la respiration et mange toujours avec beaucoup de goût le repas spécial et tonique qui lui est servi ; nous ne voyons donc pas l'utilité de hâter l'ouverture des abcès en formation, qui ne sont, du reste, pas suffisamment perceptibles extérieurement pour que même un essai soit fait.

Le 13, cependant, après incision de la peau, nous recherchons le point fluctuant, mais sans succès.

Le lendemain, 14, un jetage des plus abondants, sorte de pus crémeux, sans odeur, bien lié, s'écoule par les naseaux ; les abcès péripharyngiens se sont ouverts dans le pharynx. Dès la formation de ces abcès, l'empâtement correspondant aux glanglions sous-maxillaire diminuait, l'irritation se confinait donc dans les glanglions pharyngiens.

L'écoulement par les naseaux continue les jours suivants mais avec moins d'intensité, il est toujours sans odeur et de même nuance. Il va sans dire que les injections détersives et antiseptiques des naseaux sont faites avec soin, de même que l'administration des toniques et du crésyl, donnés à l'intérieur.

Il en fut ainsi jusque vers le 5 mars ; à ce moment, et brusquement, tout écoulement cesse ; la région revient à son état normal et nous comptons presque sur une convalescence de courte durée.

Contrairement à nos prévisions, l'état général, bien qu'assez bon au début, laisse de plus en plus à désirer. On constate quelques mouvements fébriles passagers, durant un, deux ou trois jours, mais sans exagération ; la température est de 38°5, le lendemain 39°2, et, tout à coup retombe à 38° le quatrième jour ; l'appétit subsiste néanmoins.

Les 10 et 11, des symptômes d'entérite apparaissent ; les crottins sont coiffés. A la suite de quelques purgatifs salins ces excréments se ramollissent, mais les jours suivants, il se moulent de nouveau et restent toujours petits. L'état général devient progressivement inquiétant, les coliques légères continuent ; aucun traitement ne réussit. C'est alors que nous émettons l'idée d'une complication abdominale et, probablement, la formation d'un abcès. Cette opinion est basée sur le passage difficile des aliments digérés, la défécation souvent renouvelée qui n'aboutit qu'à un rejet de crottins petits, les coliques passagères, les traces de pus et de stries sanguinolentes rencontrés dans les excréments, enfin, l'amaigrissement continu.

A partir du 20, les coliques sont plus fréquentes, mais sans manifestation vive ; l'abdomen est fortement retroussé et sensible, les muqueuses apparentes sont pâles ; le pouls est effacé, filiforme, les pulsations sont accélérées, 90 ; la température entre 39° et 39°5. L'imminence d'une péritonite est indéniable, le traitement est suivi dans ce sens, sans grand espoir.

Trois jours après, quelques symptômes plus aigus apparaissent, puis s'amendent, mais le regard reste fixe et le facies sans expression, indice d'une douleur sourde et contenue. Le 29 au matin, la jument tombe et succombe quelques heures après.

Autopsie. — Les lésions constatées sur la jument Pise, se retrouvent ici avec peu de variantes. La tumeur est cependant plus volumineuse et pèse 10 kilogrammes ; elle englobe environ $0^{m},50$ du côlon flottant et $0^{m},35$ de l'intestin grêle, au point où ces deux portions intestinales sont en rapport.

Une coupe de cette néoplasie montre un tissu conjonctif de nouvelle formation, scléreux, résistant par place sous l'instrument tranchant, d'un blanc nacré

avec quelques portions rougeâtres ; le tout, en général, moins dense et moins épais que chez Pise. Au centre, sont de nombreux abcès disséminés, à dimensions variables ; l'un d'eux, tout à fait au milieu, est très volumineux, plusieurs communiquent ensemble, tous sont remplis d'un pus blanc crémeux.

AUTRES OBSERVATIONS

Depuis la publication des deux premières relations, des lésions semblables ont été constatées et analysées dans le *Recueil de médecine vétérinaire*, par M. Barrier ; en voici un extrait (1) :

Le développement d'un abcès dans le mésentère est une complication heureusement assez rare de la gourme qui a dû passer inaperçue nombre de fois. M. Rohr en a fait connaître deux cas intéressants en 1892. L'auteur, M. Verlinde, en a observé deux cas également qu'il fait connaître.

Le sujet de la première observation est un poulain de quatre ans, originaire de la Hongrie, traité pour une entérite gourmeuse, dans les jours qui suivent son arrivée à Anvers. Il guérit, mais reste mou, sans énergie et en mauvais état. Quarante jours après, il est pris de petites coliques, avec un pouls très rapide, filant, une respiration accélérée et des symptômes généraux annonçant une mort prochaine.

A l'autopsie, on trouve des lésions de péritonite chronique sur le mésentère et dans le flanc gauche ; il y a de la sérosité rougeâtre purulente et fétide dans la cavité abdominale ; les anses intestinales sont agglutinées par un exsudat grisâtre, dans lequel se trouve creusée une cavité à parois épaisses et friables, contenant du pus épais et fétide.

Le deuxième cas a été observé sur une jument de cinq ans. Cet animal eut d'abord une gourme bénigne, dont il se remit difficilement. A diverses reprises, il fut tourmenté par des coliques, de cause restée inconnue.

Finalement, il mourut d'une déchirure de l'estomac. Outre cette lésion, on trouva à l'autopsie une inflammation chronique du mésentère. Entre les feuillets de ce voile péritonéal et un peu en arrière du tronc mésentérique, existait un abcès volumineux dur, arrondi, contenant un litre de pus blanc, sale, non odorant, paraissant en voie de régression graisseuse (*Annales de médecine vétérinaire*, février 1895).

Tout nouvellement, M. H. Benjamin présentait à la Société centrale de médecine vétérinaire une pièce pathologique que nous ne sommes pas éloigné d'attribuer à la même cause, en raison des symptômes et de la nature des lésions.

Jument propre au service du gros trait, rouanne, âgée de dix ans, qui a succombé après avoir présenté des symptômes de coliques. Leur caractère laissait supposer que la malade était atteinte d'une indigestion avec surcharge accompagnée d'un développement considérable de gaz stomacaux et intestinaux. Il y

(1) Année 1895, page 446.

avait, en effet, de fréquentes éructations et la ponction du cœcum donna issue à des gaz répandant une odeur d'une extrême fétidité.

En ouvrant l'abdomen, on constate une congestion très intense de tout le système vasculaire intestinal. A première vue, l'estomac paraissait énorme ; c'est qu'en effet il était relié dans toute la région de sa grande courbure par un repli péritonéal à la tumeur que je fais passer sous vos yeux. Cette volumineuse néoplasie, du poids de quatre kilogrammes, laissa échapper, lorsqu'on l'incisa, un litre et demi environ de pus blanc et crémeux.

Il est à remarquer que la jument, qui était en mauvais état, du reste, et avait un appétit souvent capricieux, faisait un travail quotidien assez pénible. Cette tumeur devait cependant, par son poids, occasionner des tiraillements douloureux sur l'estomac, au moment de la digestion : en tous cas, la jument devait fatalement succomber, car le pus aurait aminci les parois de la poche qui le contenait, les aurait rupturées et se serait répandu dans l'abdomen en déterminant une péritonite qui aurait été rapidement mortelle.

Plusieurs faits cliniques de ce genre ont été publiés par M. Lahogue (*Archives*, 1879), et par M. Tardet (Note lue par M. le professeur Cadiot à la Société centrale en 1899), qui en recueillit dix cas en quelques années. Tous sont relatifs à de jeunes chevaux, la plupart sous le coup de la gourme. Les autopsies montrent des cavités purulentes contenant un pus crémeux à peu près identique à celui que l'on trouve d'ordinaire dans les abcès gourmeux.

PATHOGÉNIE ET TRAITEMENT

Ces lésions sont bien des complications de gourme déterminées par le *streptocoque spécifique*. En effet, dans deux cas la mort est survenue après une atteinte de gourme ordinaire ; chez Gaza, nous n'avons pas eu à enregistrer d'accès gourmeux, mais nous constations à l'autopsie des lésions en tout point semblables aux premières, sauf une légère variante dans la densité des parois de l'abcès due à l'ancienneté plus grande de cette collection purulente.

Il n'est pas sans intérêt d'envisager la *durée d'évolution* de ces néoplasmes. Les trois observations précédentes nous montrent des lésions à des stades différents de développement.

L'amaigrissement progressif de Guirlande, le moment d'apparition des coliques, puis la nature des lésions constatées à l'autopsie semblent bien dater du 5 mars les débuts de cette néoplasie ; ces abcès volumineux avec commencement de transformation scléreuse des parois se seraient donc produits en vingt-quatre jours.

Chez Pise, cette durée aurait été de trois mois. Quant à Gaza, nous n'avons pas eu à enregistrer l'accès gourmeux qui a dû l'atteindre avant son arrivée au corps ; mais les symptômes de coliques manifestés pendant

son séjour au régiment, de un an et demi, indiquent bien qu'elle a été, durant ce temps, sous le coup des désordres pathologiques qui ont amené la mort, ce qui porte à environ deux ans l'évolution du néoplasme.

Le cas cité par M. H. Benjamin reportait assez loin la date de l'infection, puisque le sujet était âgé de dix ans ; or, en supposant l'évolution gourmeuse à cinq ou six ans d'âge, la durée pourrait être évaluée à quatre ou cinq années.

L'ancienneté de formation est caractérisée par la densité plus grande du tissu scléreux blanc nacré, la disparition progressive des points rougeâtres encore vasculaires qu'on rencontre sur la paroi interne de l'abcès et l'épaississement du pus qui devient caséeux.

On admet, en principe, que le streptocoque envahit le plus souvent le sang par la muqueuse des voies respiratoires pour se disséminer ensuite, atteindre les lymphatiques et affecter parfois les organes profonds. Nous préférons croire, en nous basant sur l'observation de Guirlande, qu'une partie des sécrétions pathologiques, provenant de l'inflammation du pharynx et du pus des abcès péripharyngiens ouverts dans l'arrière-bouche est déglutie en même temps que les aliments et que, à la faveur d'une érosion de la muqueuse intestinale, le streptocoque pénètre dans les ganglions mésentériques.

L'irritation première donne naissance à une inflammation aiguë, continue parfois, mais qui peut aussi s'amender et laisser un néoplasme dont le travail de néoformation s'arrête momentanément pour un temps plus ou moins long, puis, sous l'influence d'une cause fortuite, un nouvel essor inflammatoire survient et donne naissance à ces tumeurs volumineuses contenant une quantité variable mais toujours assez considérable de pus blanc crémeux.

La coïncidence du développement de ces complications abdominales (cas de Guirlande) avec la disparition des abcès pharyngiens et de toute suppuration, montre une fois de plus que, lorsque le jeune organisme est en possession du streptocoque de Schültz, essentiellement pyogène, et qu'il en souffre assez gravement, la guérison trop prompte des lésions externes est non seulement peu commune, mais plutôt à craindre, n'étant souvent qu'apparente. Aussi dirons-nous avec M. le Vétérinaire principal Wiart : « Lorsque la présence de ces abcès (pharyngiens, pré-scapulaires, pré-pectoraux et sous-glossiens) n'entraîne pas de complications graves immédiates, nous sommes d'avis qu'il n'y a pas lieu d'intervenir hâtivement, il vaut mieux laisser leur évolution s'effectuer normalement ; car, pendant que s'accomplit le travail de la suppuration, il est bien rare de voir survenir des manifestations gourmeuses dans une autre région, comme si tous les processus morbides se concentraient sur le même point. »

Nous ajouterons qu'il est même indiqué de chercher à entretenir un

foyer de suppuration quand on a à craindre ces sortes de métastases humorales, comme diraient nos grands anciens, et nous aurions même des tendances à revenir un peu au séton trop complètement délaissé.

Nous pensons encore, comme l'auteur cité plus haut, que sans généraliser son emploi dans toutes les formes de gourme, il devient « un dérivatif utile lorsque les chevaux passent subitement du régime d'élevage en liberté à celui de la stabulation, ainsi qu'au début des angines graves; mais, dans ce dernier cas, on le place sous la gorge ».

Les abcès de fixation par injections sous-cutanées d'essence de térébenthine au poitrail remplacent avantageusement le séton. Ils aident la défense de l'organisme en favorisant la phagocytose.

Ces sortes de complications abdominales ne sont donc pas très rares, et il est prudent d'y songer puisqu'elles sont presque toujours à terminaison fatale. Les symptômes dominants sont les coliques périodiques, souvent légères, mais aiguës parfois, surtout dans la dernière période de l'existence du sujet, alors que la néoplasie devient volumineuse. L'état général laisse toujours à désirer et se traduit par un amaigrissement progressif, un appétit capricieux, intermittent, souvent rebelle au traitement employé, et la perte de l'énergie.

Quant au traitement, dans la majorité des cas il est bon d'éviter les purgatifs drastiques, qui ne font qu'exagérer les désordres et amener la mort, comme l'a constaté M. Lardet. Lorsque l'abcès est perçu par l'exploration, la ponction, si elle est possible, est indiquée.

Il est toutefois prudent de ne pas acheter un jeune cheval dont l'état général laisse à désirer. Quand les symptômes décrits plus haut apparaissent, il n'y a plus à compter sur les services que peut rendre le sujet, dont on fera bien de se débarrasser.

M. le Dr G. PERRIER

maitre de Conférences à la Faculté des Sciences de Rennes.

NOTE SUR L'ALIMENTATION PAR VOIE SOUS-CUTANÉE

— Séance du 13 septembre —

I

Dans une note présentée l'an dernier au Congrès de Paris (1) et dans un Mémoire publié quelques temps après (2), j'ai montré que les lapins soumis à la diète hydrique assimilent et utilisent en petite quantité l'huile d'olive qu'on injecte dans leur tissu cellulaire sous-cutané.

Les matières grasses n'étant utilisées par l'organisme qu'après transformation, j'ai cherché dans une nouvelle série d'expériences si le mélange de sels résultant de la saponification de l'huile par la soude ne serait pas mieux assimilé.

La composition centésimale de l'huile d'olives étant la suivante :

Oléine.	90
Palmitine	9
Stéarine	1

les 5 centimètres cubes que j'injectais par vingt-quatre heures à des animaux du poids moyen de 2 kilogrammes renfermaient environ :

Oléine.	$4^{gr},5$
Palmitine	$0^{gr},45$
Stéarine	$0^{gr},05$

proportions qui correspondent d'après le calcul, après saponification, à :

Oléate de sodium	$4^{gr},6$
Palmitate —	$0^{gr},53$
Stéarate —	$0^{gr},05$
Glycérine	$0^{gr},53$

(1) Congrès de l'*Association française pour l'Avancement des Sciences*. Paris, 1900.

(2) Thèse de Doctorat en Médecine de la Faculté de Paris. — 1900.

Pour préparer les liquides d'injection, on dissout les sels dans la plus petite quantité d'eau possible, car ils se dissocient en présence d'un excès d'eau.

Les solutions employées renfermaient :

Eau	200 centimètres cubes.
Oléate de Na	46 grammes.
Palmitate de Na	$5^{gr},3$
Stéarate de Na.	$0^{gr},5$

et l'une d'elles était additionnée de $5^{gr},3$ de glycérine. Toutes deux étaient neutres à la phénolphtaleïne et avaient été stérilisées à l'autoclave.

Des lapins du poids moyen de 2 kilogrammes et soumis à la diète hydrique recevaient, par vingt-quatre heures, 20 centimètres cubes de solution en injections sous-cutanées. Ces injections étaient pratiquées en plusieurs endroits et dans les meilleures conditions d'asepsie possibles.

Les résultats obtenus avec la solution pure et avec la solution glycérinée ont été à peu près semblables : dans les deux cas la mort des animaux injectés est survenue plus rapidement que celle des témoins.

Les deux lapins ayant reçu la solution pure sont morts après 3 et 4 jours de diète ; ceux ayant reçu la solution glycérinée ont vécu un jour de plus. Quant aux témoins soumis à la diète hydrique seule, ils n'ont succombé qu'au huitième jour.

A l'autopsie, on constate qu'aux endroits où les injections ont été pratiquées le poil a complètement disparu, la peau est parcheminée, les muscles et les viscères sous-jacents sont sphacélés ; on se trouve en présence de brûlures profondes occasionnées par le liquide injecté et ayant déterminé la mort. La production de ces brûlures peut s'expliquer de la façon suivante : au contact de la *solution concentrée* d'oléate, de palmitate et de stéarate de sodium, les tissus abandonnent une partie de leur eau, et cette eau produit une dissociation partielle des sels avec mise en liberté de *soude* (ce qu'il est facile de constater avec la phénolphtaleïne) dont l'action caustique se fait immédiatement sentir.

II

Toutes les observations faites sur le lapin (1) m'ayant montré que chez cet herbivore l'assimilation d'huile par la voie sous-cutanée, bien que certaine, n'est que très faible, j'ai choisi comme sujet pour une nouvelle série d'expériences, un carnivore : le chien.

(1) Thèse de Doctorat en Médecine. — Paris, 1900.

Von Leube dans un Mémoire (1) paru en 1898, décrit à propos de l'assimilation des graisses par voie sous-cutanée une expérience qu'il fit sur un chien auquel il injecta du beurre.

Il soumet, tout d'abord, l'animal à l'inanition complète pour lui enlever toute sa graisse ; il en constate la disparition en pratiquant une laparotomie. Il injecte ensuite du beurre et au bout d'un mois le chien (de 4 kilog.) a augmenté de $1^{kg},4$. Une nouvelle laparotomie lui montre que le beurre a été transformé partiellement en graisse de chien. Cette dernière ne présentant pas la même composition que le beurre, une analyse chimique permet de déterminer dans quelles proportions les deux produits sont mélangés. Enfin, il soumet de nouveau l'animal à l'inanition complète et constate, après sa mort, la disparition totale du beurre et de la graisse.

Cette expérience n'a pas été répétée et l'auteur n'a pas opéré avec d'autres graisses que le beurre.

Les expériences que j'ai entreprises diffèrent de celles de Von Leube et par la matière grasse employée et par la façon de juger de son assimilation. Elles portent sur des chiens du poids moyen de 6 kilogrammes soumis à la diète hydrique et auxquels on injecte la quantité d'huile d'olives capable de leur fournir le nombre de calories (en supposant qu'elle soit entièrement utilisée) qu'ils perdent, à l'état de repos, par vingt-quatre heures.

La marche de la nutrition est suivie par l'analyse journalière des urines (Az uréique, Az total, Carbone total).

Les résultats obtenus jusqu'ici sont encore incomplets. Je puis néanmoins affirmer que l'huile injectée sous la peau se dissémine beaucoup mieux que chez le lapin; elle infiltre tous les tissus comme j'ai pu le constater à l'autopsie d'un des animaux, mort après 19 jours de jeûne à la suite d'une obstruction intestinale (amas de poils à 20 centimètres environ au-dessus de l'anus).

Dans un prochain mémoire je publierai le compte-rendu *in extenso* des expériences relatives à cette question.

(1) VON LEUBE. *Ueber künstliche Ernährung*. Handbuch der Ernährungstherapie von E. von Leyden, 1898.

M. le Dr BERTHOLON

à Tunis.

SUR LES EFFETS D'UNE NOUVELLE TOXINE ANTITUBERCULEUSE

[615.37]

— Séance du 13 septembre —

Mon excellent confrère le Dr Baradat (de Cannes), dans son intéressante communication sur « la tuberculose et les sérums antitoxiques », lue au dernier *Congrès britannique de la tuberculose*, à Londres, a eu l'amabilité de parler longuement des recherches que je poursuis depuis quelques mois, sur une toxine antituberculeuse. Je crois devoir compléter son exposé en faisant connaître à quel point j'en suis de ces recherches qui sont loin encore d'être terminées.

La constatation de certaines particularités de culture du bacille de Koch, observées au laboratoire de l'institut Pasteur de Tunis, m'ont amené à la préparation d'une toxine qui jouit de la propriété d'arrêter le développement du bacille de Koch. M. Panet, préparateur du laboratoire, a bien voulu m'aider dans les premières préparations de ce produit. Je dois aussi remercier le directeur de l'institut Pasteur de Tunis, M. le Dr Loir, d'avoir si obligeamment mis à ma disposition les éléments nécessaires qui m'ont permis de procéder aux recherches du début et aux expériences sur les animaux.

Quelques mots sur les expériences. Si, dans un matras, on mélange, par parties égales, de la toxine et du bouillon préalablement ensemencé de bacille de Koch, il n'y a pas de développement après un mois. Le développement se poursuit normalement dans les ballons témoins. Cette tuberculose arrêtée dans son développement est ensuite réensemencée dans un nouveau milieu de culture (bouillon, pomme de terre, etc.), elle ne repart pas. Elle paraît morte.

Cette toxine a pu être injectée à haute dose à des lapins. Trois centimètres cubes n'ont pas paru les incommoder. On peut dire qu'elle ne présente pas de danger pour l'organisme sain.

Parmi mes expériences pratiquées sur le lapin, la suivante me paraît assez caractéristique. Trois animaux sont inoculés de tuberculose. On en laisse mourir un. Des deux survivants, on prend le plus émacié. Ce lapin était, en outre, atteint d'un vaste abcès tuberculeux survenu au point

d'inoculation (flanc). On pratique régulièrement des injections hypodermiques de toxine, Le lapin non traité meurt, quelques jours après le premier. Le lapin traité reprend. Un brusque changement de régime (passage d'un régime sec, à un régime trop aqueux), détermine une diarrhée qui l'enlève en trois jours. Le traitement avait duré du 27 octobre au 16 décembre. L'autopsie permit de constater l'absence d'émaciation de la bête. L'abcès tuberculeux du flanc s'était enkysté. Son contenu présentait le même aspect que celui des kystes graisseux. L'épaisseur des parois de cette poche formée depuis si peu de temps était considérable, car elle mesurait 3 millimètres, environ. Cette masse, examinée au microscope, contenait dans sa partie centrale quelques rares bacilles de Koch. Les poumons, sur lesquels on pouvait constater une infiltration tuberculeuse, paraissaient en voie de guérison. Les coupes ne contenaient que quelques rares bacilles difficiles à trouver sur la préparation — peu de cellules géantes — tissu conjonctif de cicatrisation abondant. En résumé, cette tuberculose était en voie de guérison par enkystement des noyaux tuberculeux. Ce lapin avait reçu onze injections de toxine, représentant 16 centimètres de toxine antituberculeuse pure. Des observations analogues ont été faites sur d'autres lapins.

Mes expériences sur les animaux m'ont encouragé à essayer sur l'homme les effets de cette toxine.

Je ne me suis, jusqu'ici, adressé qu'à des tuberculeux arrivés au dernier degré d'hecticité, c'est-à-dire condamnés à bref délai. Le motif de cette conduite était, d'une part, ne pas exposer par l'emploi d'un médicament aux effets encore inconnus, la santé de gens susceptibles d'être guéris par d'autres méthodes. De plus, les effets de la toxine devaient être d'autant plus appréciables qu'ils s'exerçaient sur des sujets plus profondément atteints.

Mode d'administration. — Au début, j'ai administré la toxine en injections hypodermiques. Cette injection ne provoque qu'une sensation de cuisson locale de peu de durée. Les piqûres faites dans les conditions classiques d'asepsie n'ont jamais amené de rougeur de la peau, ni d'indurations, encore moins des abcès.

Je ne donnais pas la toxine par la bouche, craignant qu'elle ne fut altérée par son passage dans les voies digestives. N'osant pratiquer d'injections à une enfant tuberculeuse à moitié mourante, je lui fis prendre de la toxine par la bouche. Les symptômes présentés par cette malade s'améliorèrent comme après les injections sous-cutanées. Depuis lors, j'ai adopté l'administration par la bouche. Elle a l'avantage de plaire aux malades. De plus, la toxine donnée de la sorte provoque des phénomènes moins accusés qu'en injections.

C'est surtout au début du traitement que l'administration buccale de la toxine est utile, et permet d'éviter les fortes réactions. Celles-ci se présentent le plus souvent au début du traitement. Plus tard, elles sont moins accusées.

La prudence commande de débuter par des doses d'essai. On observe comment le malade les supporte. Selon les phénomènes constatés, il faut, soit espacer les doses, soit les rapprocher, soit les augmenter. Je débute maintenant par deux gouttes de toxine diluée à volume égal, dans de la glycérine pure. Un intervalle de trois jours est laissé entre les premières doses. Le nombre de gouttes est ensuite accru progressivement. Je suis arrivé à administrer jusqu'à deux centimètres cubes de toxine pure par jour, dose qui sera peut-être dépassée.

Je conseille au médecin qui voudrait traiter ses phtisiques par des injections hypodermiques, de ne commencer celles-ci qu'après avoir administré, pendant quelque temps, le remède par la bouche. Les premières doses de toxine injectée pourront être diluées dans de l'eau distillée. Il ne faudra pas l'injecter à haute dose, la première dose devra être à peu près la moitié de celle que le malade absorbait par la bouche. Enfin, on devra surtout, pour les premières injections, laisser un espace de trois à quatre jours entre chacune d'elles, afin d'observer l'effet produit.

ACTION DU MÉDICAMENT

Sur l'appareil circulatoire. — Les malades épuisés par les lésions de la tuberculose, les suppurations qui l'accompagnent, et l'intoxication générale qui en résulte, ne supportent pas la toxine aussi facilement que les animaux en expérience ayant subi la seule inoculation tuberculeuse artificielle.

C'est par les injections sous-cutanées que l'on se rend le mieux compte des effets de la toxine. Les doses un peu fortes amènent des phénomènes de dépression cardiaque, pouls petit, rapide, oppression et même tendance à la syncope. L'emploi des médicaments cardio-vasculaires corrige cet état. Si on commençait le traitement par des injections, il serait prudent d'administrer à titre préventif quelque tonique du cœur. La spartéine, à petites doses, est un de ceux qui m'ont paru produire les meilleurs effets.

Ces troubles cardiaques ne se produisent d'une façon accusée susceptible de devenir inquiétante que chez les phtisiques cachectisés. Les autres tuberculeux sont beaucoup moins impressionnés. Quelques-uns même, n'ont jamais signalé de troubles cardiaques. On observe même chez quelques tuberculeux primitivement tachycardiaques un ralentissement du pouls, au bout d'un certain temps de traitement.

L'action dépressive sur les fonctions cardio-vasculaires est le seul phénomène sérieux causé directement par l'emploi de la toxine. Même en injec-

tions sous-cutanées, elle ne fait pas monter la température du malade d'une façon appréciable. Son emploi arrive après un temps plus ou moins long, selon les cas, à faire tomber la fièvre hectique.

Cette toxine n'agit pas immédiatement comme les médicaments chimiques. Ceux-ci produisent un effet passager qui commence avec leur absorption pour prendre fin avec leur élimination par les émonctoires naturels.

La toxine paraît agir comme un ferment du sang. Son action ne commence guère à se faire sentir que quatre à six heures après l'inoculation. Elle va en augmentant, pendant une période de deux à trois jours, pour s'atténuer ensuite. Son action varie, selon l'assuétude du sujet et les doses administrées.

Les phénomènes qui se produisent sont ceux d'une congestion d'intensité variable autour des points tuberculosés. Il s'agit là, sans doute, d'un processus de phagocytose. Celle-ci s'exerce d'autant plus vivement que les conditions de résistance du bacille tuberculeux aux défenses naturelles de l'organisme se trouvent diminuées par la présence de toxine antituberculeuse dans le sang. Quand la toxine s'élimine, la congestion s'atténue. La répétition fréquente des injections de toxine arrive à déterminer un état congestif pérituberculeux d'une intensité considérable.

Cette puissante réaction de l'organisme semble être un moyen de guérison par enkystement presque idéal des foyers tuberculeux. C'est ce qu'on observe dans les expériences sur les animaux; en clinique, il n'en est pas tout à fait de même. On se trouve vite arrêté par la dépression du cœur, quand on emploie de fortes doses. Est-elle amenée par l'action directe du médicament ou par l'abaissement de la tension artérielle, conséquence des nombreux foyers de congestion qui se produisent? Quelle qu'en soit la cause, le traitement intensif par la toxine à hautes et fréquentes doses détermine rapidement des signes de fatigue cardiaque. Il faut bientôt suspendre le traitement et réagir contre cet état qui peut devenir inquiétant. J'ai dû rapidement renoncer à ce mode d'administration pour m'en tenir surtout au début aux doses faibles et espacées.

L'action dépressive sur la circulation causée par les congestions pérituberculeuses, que détermine l'emploi de la toxine n'est pas le seul écueil au traitement de la tuberculose. Il en est un autre plus redoutable qui peut se présenter dans certains cas. Dans les formes de tuberculose massive d'un organe, la congestion pérituberculeuse provoquée, si elle est de quelque intensité, peut supprimer totalement la fonction de cet organe. Par suite, la situation peut devenir très alarmante, mortelle même. C'est le danger qui menace, chez les sujets présentant une infiltration tuberculeuse massive des deux poumons sur une surface étendue. La diminution de leur champ respiratoire déjà insuffisant produit de la suffocation, une

tendance à l'asphyxie. Si, à la gêne respiratoire, se joint la dépression cardiaque, la mort peut en être la conséquence. J'ai pu ainsi déterminer la mort subite de lapins tuberculisés par l'injection intraveineuse de 2 centimètres cubes de toxine pure. A l'autopsie, congestion intense des poumons, hypertrophie du cœur, vive hyperhémie des organes abdominaux (foie, rate, veines mésentériques).

Le médecin, en présence de ces possibilités, devra donc, avant tout traitement, ausculter avec le plus grand soin son malade. De plus, il tâtera sa susceptibilité en ne lui administrant qu'une faible dose de toxine pour débuter.

Les fortes doses doivent également être évitées chez les malades ayant eu récemment quelque hémoptysie. Les congestions provoquées par des doses élevées auraient grandes chances de ramener de nouvelles hémorragies pulmonaires.

L'emploi de doses d'essai montre bien que la toxine n'agit pas comme les médicaments chimiques, mais comme une diastase du sang. En effet, des quantités infinitésimales injectées, comme dose d'essai, produisent parfois une poussée de congestion pérituberculeuse d'une intensité comparable à celle des injections massives. Cette poussée, comme nous l'avons dit, ne s'effectue pas d'emblée. Elle commence le lendemain de l'injection pour aller croissant le second et surtout le troisième jour, puis elle s'atténue. Entre autres observations, un de mes malades, atteint d'infiltration massive des deux poumons présentait, le troisième ou quatrième jour suivant une injection hypodermique de deux gouttes de toxine diluée dans l'eau distillée, des phénomènes inquiétants d'asphyxie mécanique par diminution du champ respiratoire. Une seconde injection moindre provoqua les mêmes inconvénients. Je dus renoncer à le soigner par la toxine.

Les effets produits par d'aussi faibles doses donnent lieu de penser que ce médicament doit conformément à certaines expériences de M. Metchnikoff, par sa présence dans le sang, provoquer la sécrétion d'une philocytase. Le sérum, par suite acquerrait de nouvelles propriétés destructives du bacille de Koch.

Cette sécrétion de philocytase a besoin d'être entretenue par des doses croissantes. L'organisme s'habitue, en effet, à l'action de la toxine. Non seulement il supporte des doses plus fortes, mais encore, il en a besoin. Si on ne lui fournit pas ce ferment, dont il a pris le besoin, il se montre incapable de soutenir avec succès la lutte contre le bacille tuberculeux. Comme il reste une certaine quantité de ces bacilles dans les dépôts tuberculeux, soustraits à l'action du torrent circulatoire, le malade, jusqu'à enkystement parfait des foyers tuberculeux, porte sur lui les germes d'une réinfection. Pour cette raison, le traitement doit être poursuivi très longtemps, et il paraît dangereux d'abandonner un traitement commencé. Il est indiqué aussi d'accroître les doses.

Enfin, on peut se demander si un traitement par inhalations de vapeurs toxiques pour le bacille tuberculeux ne compléterait pas les effets de la toxine en supprimant les causes de réinfection.

Sur l'appareil pulmonaire :

Expectoration. — Le premier effet de la toxine se manifeste sur la proportion des bacilles des crachats. Cette action est surtout frappante, quand on emploie le médicament en injections hypodermiques. J'ai fait à ce sujet, diverses fois, les constatations suivantes : un crachat est recueilli avant l'injection, un autre, le lendemain de l'injection. Ce dernier peut contenir moitié moins de bacilles que le premier. Chez un malade, traité au début de mes recherches, les crachats contenaient une vingtaine de bacilles tuberculeux par champ du microscope. Ce jour-là, il reçoit une injection hypodermique de 2 centimètres cubes de toxine pure, le lendemain, on trouve une moyenne de sept à huit bacilles par champ du microscope. Un autre malade traité par la toxine à haute dose, dont les crachats avaient une quinzaine de bacilles par champ du microscope n'en présentait qu'un ou deux, après sept jours de traitement. Les propriétés antibacillaires de la toxine ne sauraient être contestées, après les exemples qu'il est facile de répéter. Son action serait parfaite si le centre du noyau tuberculeux n'échappait pas à l'influence de la circulation. L'examen des crachats confirme cette appréciation. Après un traitement de quelque durée, les bacilles deviennent rares, parfois cependant, on en rencontre accumulés par groupes dans des conglomérats muco-purulents très épais, qui se trouvent dans les crachats. Il semble que l'on a affaire, dans ces cas, à d'anciens débris demeurés dans la caverne et expulsés tardivement. Les bacilles contenus dans ces résidus sont souvent granuleux.

En résumé, par suite de la nature très spéciale des lésions de la tuberculose, on ne peut obtenir avec cette toxine, les effets rapides produits sur d'autres maladies par les différents sérums médicamenteux, tels que ceux de Roux, d'Yersin. Les conditions anatomo-pathologiques s'y opposent. Les délabrements de l'organisme sont trop profonds. Enfin, une partie de l'agent toxique est soustraite à l'action du médicament. Ce poison ne peut devenir inoffensif que s'il est isolé par enkystement. Ce processus d'isolement se produit avec une rapidité relative chez les sujets soignés par la toxine.

L'action antibacillaire de la toxine, n'est pas limitée au seul bacille de Koch. Les malades traités par moi, étaient tous des tuberculeux à lésions avancées avec crachats purulents. Ils étaient donc porteurs de nombreuses associations microbiennes. Or, la poussée de phagocytose qui se produit à l'égard du bacille de Koch exerce secondairement une action marquée sur

les infections d'autre nature. L'un des effets les plus frappants de l'emploi de la toxine est la diminution des crachats. Sous ce rapport, les doses massives produisent des effets remarquables. Une malade parvenue au dernier degré de l'épuisement, crachait la veille du traitement un demi-litre de pus par jour. Après trois jours d'injections hypodermiques, à raison de 1 centimètre cube de toxine pure par jour, cette quantité était réduite à un quart de litre. Elle tombait à un sixième de litre trois jours plus tard. Il est regrettable qu'on ne puisse continuer, surtout au début d'un traitement, les doses, bien supportées cependant par les lapins. Cette observation de l'action de la toxine sur l'expectoration n'en reste pas moins concluante.

Mes autres malades traités par des doses beaucoup moindres éprouvaient des effets analogues. Un de ceux-ci, atteint d'infiltration massive des deux poumons — dont j'ai parlé — expectorait beaucoup avant le traitement. Après chacune des injections pour ainsi dire infinitésimales que je lui fis, il demeura deux ou trois jours sans cracher.

Les crachats non seulement diminuent, mais sous l'influence des poussées congestives, le processus ulcératif s'arrête. Les débris de cellules pulmonaires que l'on trouve en assez grande abondance dans les crachats de certains tuberculeux avancés, disparaissent, après quelques jours de traitement par la toxine.

Auscultation — Les effets de l'action de la toxine sur les phénomènes d'auscultation varient selon les lésions.

D'une façon générale, les tuberculeux non caverneux m'ont paru plus impressionnables à la toxine. Quand l'auscultation ne révèle que des craquements secs, ceux-ci peuvent disparaître temporairement, et parfois après une seule injection de toxine. Après plusieurs doses, surtout, à la suite d'injections hypodermiques, ils peuvent même être remplacés par un souffle rude à caractère tubaire, avec disparition dans la zone malade, du murmure vésiculaire. La région tuberculisée paraît être le siège d'une véritable hépatisation. Cette hépatisation pérituberculeuse donne parfois lieu à des phénomènes d'auscultation assez peu classiques. On peut reconnaître dans un même poumon une série de zones présentant chacune un caractère différent d'auscultation.

Ces hépatisations artificielles sont d'ordinaire transitoires. Le poumon redevient progressivement perméable trois ou quatre jours après l'administration de toxine. L'expectoration diminuée recommence alors à être plus abondante, si le médicament n'est pas continué. Les craquements, ainsi que les anciens symptômes reparaissent en même temps.

Les craquements humides sont beaucoup moins modifiés par l'usage de la toxine.

Quand le malade est porteur de cavernes, l'auscultation révèle également les effets de la toxine. Le souffle acquiert d'ordinaire un timbre plus rude. Les signes de ramollissement péricaverneux s'atténuent. Si le traitement est poursuivi, ils finissent même par disparaître. Des symptômes d'induration leur succèdent. L'aire des signes ordinaires fournis par l'auscultation de la caverne se restreint. Il semble que la caverne diminue de capacité sous l'influence du gonflement congestif de ses parois.

Les sécrétions des cavernes deviennent moins abondantes; l'expectoration cependant est plus rebelle à l'action de la toxine chez les caverneux. Le gargouillement des grosses cavernes disparaît néanmoins après quelque temps de traitement. Il est inutile de faire observer que les phénomènes que nous venons de noter sont d'autant plus sensibles que le volume de la caverne est moindre.

Au bout d'une certaine période de traitement, si un caverneux passe quelques heures sans tousser, les signes d'humidité de la caverne peuvent ne pas être appréciables. Il semble que la caverne, en voie d'enkystement, ait cessé de communiquer largement avec les bronches. Cette communication ne se fait plus que par un petit pertuis, car un effort, un changement de position, un accès de toux, peuvent amener l'expulsion du contenu de la caverne. Les symptômes un moment disparus se retrouvent après cette expectoration.

Parvenue à ce degré de régression, la caverne finit peu à peu par perdre toute communication avec les bronches. Sa présence ne se révèle plus que par les signes ordinaires de l'hépatisation à son niveau.

A la suite surtout d'injections, et principalement chez les caverneux, une série de poussées congestives peut se faire. Ces poussées congestives du poumon s'accompagnent de poussées parallèles à la face, du côté correspondant au poumon malade. La série des poussées détermine même parfois un curieux phénomène : le côté où se font les congestions se trouve mieux nourri que l'autre. Il acquiert plus d'épaisseur que le côté correspondant au poumon sain. Il peut en résulter un aspect dyssymétrique du visage. Ces phénomènes sont beaucoup moins intenses quand la toxine est administrée par la bouche.

Je ne quitterai pas la question de l'auscultation sans signaler un fait intéressant. Un de mes malades tuberculeux présentait aux deux bases de nombreux râles ronflants et sibilants, le jour où je lui fis une première injection hypodermique de toxine. Le lendemain tous ces signes avaient disparu. Cette guérison subite d'une bronchite peut s'expliquer par l'intensité de la phagocytose, développée sous l'influence de l'injection de toxine. C'est un fait analogue à ce qui se produit à l'égard des crachats purulents des tuberculeux. La preuve est que j'ai essayé la toxine sur des non-tuberculeux atteints de bronchite simple et cela sans succès.

Rythme respiratoire. — La toxine agit différemment selon les lésions tuberculeuses.

La respiration des tuberculeux à infiltration massive s'accélère notablement, surtout par les injections de toxine. Leur dyspnée augmente. Elle peut, dans certains cas, aller jusqu'à la suffocation.

Les caverneux ne présentent pas de phénomènes aussi graves. Au début, il y a d'ordinaire accélération de la respiration. Cette accélération est passagère. La diminution des sécrétions atténue bientôt la fréquence des mouvements respiratoires. Après deux ou trois injections, j'ai vu diminuer ceux-ci d'une dizaine par minute. Chez un malade ne se livrant à aucun exercice, la respiration peut être ramenée à la normale, malgré des lésions assez avancées.

D'une façon générale, la toxine exerce à la longue une action de ralentissement des mouvements respiratoires. Celle-ci doit être en grande partie attribuée à la diminution des sécrétions. Malgré cela, des accès de dyspnée temporaire sont de règle, après l'administration de la toxine. Ils paraissent coïncider avec les poussées congestives que celle-ci détermine. A ces moments, les malades disent éprouver une sensation de compression, soit au niveau du sternum, soit au niveau de la lésion. Cette sensation, plutôt pénible, cesse après une ou plusieurs heures.

Système digestif. — Injectée sous la peau, la toxine est demeurée sans action sur les fonctions digestives. L'appétit n'a pas reparu ; dans quelques cas, nous l'avons vu plutôt diminuer. L'amélioration générale amenée par un traitement régulier a seule paru réveiller l'appétit des malades. En d'autres termes, ces fonctions se sont remises par suite de la diminution de l'état d'intoxication du sujet et non par l'action directe du médicament.

La toxine en injections hypodermiques n'a pas influencé les vomissements habituels aux tuberculeux. Nous pouvons en dire autant, en ce qui concerne la diarrhée. Au début de mes recherches, j'ai perdu par diarrhée des malades dont l'état local s'était visiblement amélioré.

L'administration de la toxine par la bouche produit des effets tout différents. Quelque temps après l'injection du médicament, le malade, s'il était à jeun, éprouve des tiraillements d'estomac. L'appétit devient souvent très vif. Les digestions s'opèrent régulièrement. La suralimentation peut être faite, elle est d'ordinaire bien supportée. Il semble que ce soit un médicament de choix contre l'inappétence des tuberculeux.

Il y a mieux. La diarrhée des phtisiques n'est, on le sait, modifiable par aucun traitement. J'ai obtenu des améliorations très marquées à la suite d'administration de toxine par la bouche. Chez un malade arrivé au dernier terme, les selles sont tombées peu à peu de vingt à vingt-cinq par jour, à deux ou trois.

Système nerveux. — La toxine exerce une influence anesthésiante marquée sur les douleurs névralgiques et surtout sur les douleurs ostéocopes si pénibles aux tuberculeux. Cette action est prompte, quand on emploie le médicament en injections hypodermiques.

Dans ces cas, une première injection suffit le plus souvent. Quelques malades n'ont été calmés qu'après deux ou trois, mais tous l'ont été. C'est une qualité précieuse, quand on songe aux douleurs si pénibles des tuberculeux, au niveau du sacrum, des ischions ou des trochanters.

L'usage de la toxine diminue l'insomnie habituelle aux tuberculeux. La plupart des malades soumis à ce traitement passent des nuits convenables, souvent même excellentes.

Les malades auxquels j'ai fait des injections, accusaient, après celles-ci, un manque de force et une sorte d'engourdissement au-dessous de la piqûre.

Système osseux. — Je n'ai pas encore soumis au traitement par la toxine de sujets atteints de tuberculose osseuse.

Un cas de ma clientèle permet de concevoir ce qui peut se passer chez les malades porteurs de ces lésions : une de mes malades était arrivée au dernier degré d'une tuberculose pulmonaire, ayant débuté une dizaine d'années auparavant. Je la soignais par des injections de toxine atténuée. Mon étonnement fut grand de constater après chaque injection, un redoublement des douleurs osseuses, car chez tous mes autres malades, les douleurs ostéocopes disparaissaient par l'emploi de la toxine. Examinant les choses de plus près, je ne tardais pas à me convaincre que mes injections avaient révélé un état latent de tuberculose osseuse. Ces douleurs exagérées par l'injection avaient toujours le même siège (principalement le trochanter et la clavicule du côté droit). Elles survenaient avec intensité le second jour après l'injection et persistaient quelques jours après. Pendant ces crises, les urines étaient surchargées de phosphate de chaux. Cette malade, issue d'un père tuberculeux, avait dans sa famille de proches parents atteints d'affections osseuses suspectes de tuberculose, ainsi qu'un fils et un neveu atteints du mal de Pott avec gibbosités.

Il est facile de présumer ce qui se passe chez les sujets atteints de tuberculose osseuse d'après cette observation et ce qui se passe sur les poumons des phtisiques. La toxine doit déterminer des poussées congestives au pourtour des foyers tuberculeux intra-osseux. Le tissu osseux étant inextensible, il en résulte des douleurs très accusées. Ces poussées tuberculeuses paraissent s'accompagner de déphosphatation.

Système urinaire. — J'ai essayé d'employer la toxine sur un malade atteint de cystite tuberculeuse. Ce malade était à l'article de la mort. Je

n'ai pas osé lui faire une injection de plus de cinq gouttes d'une solution de toxine à 1/20. Les vomissements ont paru s'atténuer un peu à la suite. Les mictions à un moment donné ont été plus espacées et moins douloureuses. L'extrême faiblesse du malade ne m'a pas permis d'essayer une seconde injection. Il s'est éteint, d'ailleurs, dix jours après la première injection.

Un autre malade, atteint de tuberculose pulmonaire, urinait sept à huit fois par nuit, avant l'emploi de la toxine. Le nombre des mictions a été réduit à deux ou trois, après un mois de traitement. Dans ce cas, il est vraisemblable qu'il s'agissait de tuberculose vésicale.

L'emploi de la toxine paraît indiqué dans la cystite tuberculeuse, lorsque les lésions ne sont pas trop développées. Peut-être conviendrait-il alors de l'administrer en injections?

Chez la grande majorité des malades, l'emploi de la toxine paraît amener une augmentation de la sécrétion urinaire.

Quelques malades traités par la toxine ont accusé des sueurs abondantes.

CONCLUSIONS

1° D'après les expériences de laboratoire, la toxine arrête le développement du bacille de Koch;

2° Les injections à doses massives pratiquées sur des animaux tuberculisés amènent une guérison par enkystement assez rapide des foyers tuberculeux;

3° Appliqué à l'homme le remède présente : *a*) des avantages; *b*) des inconvénients.

a) *Avantages.* — Phagocytose intense, d'où diminution des crachats, réduction du nombre des bacilles que ceux-ci contiennent; arrêt du processus d'ulcération des cavernes; enkystement des dépôts tuberculeux.

Appétit rétabli, accru même. Diarrhée tuberculeuse enrayée.

Suppression des douleurs ostéocopes. Retour du sommeil.

Chute de la fièvre, après un usage continu.

Amélioration des cystites tuberculeuses, des tuberculoses osseuses.

b) *Inconvénients.* — L'homme ne supporte pas d'emblée les doses massives. On n'y arrive que progressivement, d'où action moins rapide que chez les animaux.

Paraissent seuls atteints les bacilles en contact direct avec le torrent circulatoire. Ceux qui sont soustraits à son action, à l'intérieur des amas tuberculeux créent la possibilité d'une réinfection de l'organisme, si l'enkystement n'est pas complètement réalisé, ou si le traitement est abandonné prématurément;

4° *Principaux cas* dans lesquels l'action de la toxine est douteuse, sinon dangereuse :

Tuberculose massive d'un organe.

Lésions trop étendues avec cachexie profonde.

Hémoptysies récentes, surtout chez les caverneux.

Lésions organiques du cœur avancées — et peut-être des reins.

Méningite tuberculeuse à forme rapide ;

5° *Mode d'emploi.* — Dose d'essai, une à deux gouttes de toxine pure, chaque trois jours.

Augmentation régulière des doses en surveillant le cœur et les poumons.

Dans tous les cas, la voie buccale est plus inoffensive que la méthode hypodermique. Cette dernière ne devra être employée qu'après un traitement d'essai par la voie buccale. Les troubles gastro-intestinaux ne sont pas modifiés par la méthode sous-cutanée, ils ne le sont que par la voie gastrique.

M. le Dr COSTA DE BASTELICA

Correspondant de l'Académie de médecine, à Ajaccio.

SUR LE ROLE DES MOUSTIQUES DANS LA PROPAGATION DU PALUDISME ET SUR L'ASSAINISSEMENT DE LA PLAINE ORIENTALE DE LA CORSE

[616.936 : 45.9]

— *Séance du 13 septembre* —

« Considérés jusqu'en ces derniers temps, uniquement comme des insectes gênants et désagréables, les moustiques viennent de prendre, en médecine, une importance capitale ; voilà que leur piqûre nous transmet deux des plus redoutables maladies parasitaires : le paludisme et la filariose » (1).

Cette idée, accueillie d'abord avec beaucoup de scepticisme, est aujourd'hui acceptée par un grand nombre d'auteurs qui s'occupent du paludisme (2) tels que Bignami, Grassi et Bastianelli en Italie ; Ranald

(1) BLANCHARD, *Bulletin de l'Académie de Médecine*, p. 574 (22 mai 1900),

(2) LAVERAN. Séance de l'Académie de Médecine (31 janvier 1899).

Rosy et Manson en Angleterre ; Koch et d'autres en Allemagne, où les études bactériologiques sont en si grand honneur.

Guidés par les révélations du microscope, ces observateurs éminents ont établi en principe :

Que toutes les maladies sont produites par un microbe *spécial*, *chacune ayant le sien, ou devant avoir le sien*, et ils en ont conclu, contrairement aux idées admises jusqu'alors :

— Que l'agent pathogène du paludisme est de nature essentiellement parasitaire.

— Que cet agent, ne se trouvant ni dans l'air ni dans l'eau des localités palustres, devait se trouver dans le *milieu extérieur*, comme Laveran l'avait supposé dès 1884, après sa découverte, en 1880, de l'*hématozoaire*, dans le sang des malades atteints de fièvres intermittentes.

— Que cet hématozoaire accomplit des migrations.

— Que, puisé dans le sang de l'homme malade par les moustiques, il subit de *curieuses métamorphoses* dans le corps de l'insecte ; après quoi il est réinoculé, par celui-ci, à l'homme sain, de manière qu'il passe par deux hôtes successifs, l'homme et le moustique, chez chacun desquels il se multiplie.

— Que les femelles des moustiques sont seules aptes à sucer le sang des hommes et des animaux.

— Qu'elles déposent leurs œufs à la surface des eaux stagnantes.

— Que de ces œufs naissent des larves, qui vivent dans l'eau, jusqu'au moment de leur formation en insectes parfaits.

— Que tout insecte, n'ayant pas piqué l'homme ou l'animal malade, est totalement dépourvu d'hématozoaires.

— Que tout moustique *infecté* a sucé préalablement le sang d'un homme ou d'un animal porteurs d'hématozoaires.

— Que tous les moustiques ne sont pas susceptibles de propager la maladie.

— Que les moustiques de l'espèce *Anophèles*, sont les agents ordinaires, sinon exclusifs, de cette propagation.

— Que les moustiques de l'espèce *Culex* ou culicidés semblent indemnes des éléments parasitaires provenant de l'évolution de l'hématozoaire.

— Que les malades atteints de fièvre palustre sont un danger pour les personnes saines.

— Enfin, que l'hématozoaire n'est libre à aucune époque de son existence et qu'il est *constamment parasite*.

On voit, par cet exposé sommaire, combien il est difficile, sinon impossible, de se faire une idée nette et précise de l'étiologie du paludisme, à l'aide de la doctrine microbienne ; puisque, de l'aveu même de ses adeptes :

On ne connaît pas bien les conditions dans lesquelles les microbes du

paludisme vivent et se reproduisent, en dehors de l'organisme humain (1), à moins de recourir à des hypothèses qui n'expliquent rien.

En réalité, *l'origine* de tous ces êtres microscopiques (Palmelles, bactéries, vibrions, microbes et autres bacilles) n'est rien moins que prouvée en tant que cause de nos maladies *et l'on pourrait, tout aussi bien, soutenir qu'ils sont le fruit* de la maladie, *née de l'organisme*, sous certaines influences que les nosologistes savent spécifier.

D'ailleurs, ne savons-nous pas que Pasteur lui-même a déclaré jadis qu'il fallait pour toute génération un *germe* et aussi un *terrain propice* à son développement ?

On peut donc se demander si le microbe, loin d'être la cause efficiente de la maladie, n'est pas plutôt le résultat d'un état *spécial du terrain*, qui le rend propre au développement des *germes*, lesquels, jusqu'alors, n'avaient pas trouvé l'occasion de se développer.

Quoi qu'il en soit, il est certain que « les *preuves expérimentales* de leur existence, comme cause morbide, font défaut, puisque la fièvre palustre n'est pas inoculable aux animaux. Or, tant que la culture n'aura pas reproduit les formes intermédiaires des parasites observés, la question doit rester dans le doute » (2).

« A part quelques maladies contagieuses dont la nature microbienne est aujourd'hui connue, on ignore, jusqu'à présent, la nature des autres, dans la pathologie humaine.

» Jusqu'à nouvel ordre, il faut donc réserver le nom de *Microbes* aux éléments de virulence qu'on peut isoler du corps vivant, cultivés dans un milieu de culture appropriée à leur nature, et étudiés dans les différentes manifestations de leur activité, comme dans le *charbon bactéridien et la septicémie*, où, par la culture, les microbes se transforment en *spores*. En pathologie, il faut toujours mettre d'accord les données et les résultats de l'observation, avec ce que les recherches scientifiques fournissent de réellement positif (3). »

Sans nier les conséquences possibles de cette découverte, saisissante entre toutes, *l'atténuation des virus* — un éminent professeur de la Faculté de Paris ne craint pas d'affirmer que :

« Pour la médecine, les fruits présumés de tant de labeur sont encore voilés des ombres de l'avenir : l'élément de la transmission morbide a été isolé, décélé, dit-on, dans son fonctionnement propre. — Mais la transmissibilité des maladies était antérieurement connue et démontrée d'homme à homme.

» Le comment du fait est la seule révélation des découvertes micro-

(1) LAVERAN. Séance de l'Académie de Médecine (31 janvier 1899).
(2) Professeur Laboulbène.
(3) Professeur Bouley.

biennes ; et ce comment, jusqu'ici, nous laisse au même point que devant, quant à la prophylaxie et au traitement. Les microbes ne sont pas, par eux-mêmes, d'essence propre et primordiale, les poisons morbigènes. Tout comme les classiques contages, ils ne sont que de simples véhicules, qui transmettent au loin, dans le temps et dans l'espace, les propriétés nocives qu'ils ont puisées dans l'organisme où ils ont végété.

» Ces découvertes se réduisent donc à un changement de mot ; on dit aujourd'hui *microbe* au lieu de dire *poison morbide*. Voilà toute la différence... Microbes ou contages, peu importe ; leur propriété morbigène n'est efficace que si l'organisme est en condition de se laisser impressionner et dominer par elle...

» La *spontanéité morbide* reste donc debout avec son entière puissance.

» Mais ce n'est pas tout :

» Ces théories peuvent devenir dangereuses, du moment que l'activité nuisible du microbe devient la source des indications thérapeutiques ; car, tandis qu'on vise le microbe à l'aide d'un traitement parasiticide aveugle, sans avoir égard à la tolérance du malade, on risque fort d'abattre celui-ci. » (1)

C'est ce qui est arrivé à Koch lui-même quand il s'est avisé de vouloir combattre *directement* le fameux bacille qui porte son nom.

Ce n'est donc pas le microbe qu'il est important de viser : c'est l'organisme qu'il s'agit de tonifier, afin de le rendre capable de résister aux menaces de faiblesse, aux attaques de destruction.

En résumé, jusqu'à plus ample informé, rien n'autorise, sous peine de créer des équivoques et des confusions, à attribuer *l'origine* des fièvres palustres à un agent mystérieux, tel que le microbe de la *Malaria*. La vérité vraie, c'est que l'étiologie de ces fièvres est multiple et complexe comme celle de toutes les maladies non zymotiques, comme les produits variés de décomposition qui existent dans les marais, ou, si vous aimez mieux, dans les terrains malariques. Ces causes sont : en premier lieu, *le climat paludéen ;* viennent ensuite les diverses conditions atmosphériques (alternatives de température, sous l'influence des vents régnants, fraîcheur humide des nuits, succédant à la chaleur brûlante du jour, état électrique de l'air, météores, etc.).

Joignez-y les logements insalubres, l'alimentation mauvaise ou insuffisante, les boissons de qualité inférieure, le surmenage, en un mot, toutes les causes débilitantes réunies, voire même les moustiques qui troublent notre sommeil la nuit, les mouches qui nous agacent pendant le jour, et vous aurez la clef des endémies qui sévissent périodiquement dans les pays à *malaria*.

(1) Professeur JACOUD. Leçon d'ouverture 1883.

En 1853, étant en garnison à *Tebessa*,— l'ancienne *Theveste* des Romains, sur la frontière de Tunisie, j'ai contracté les fièvres intermittentes, au mois de février, en courant la campagne et en assistant aux fouilles pratiquées, pour le compte du Gouvernement, sous la direction d'un savant bien connu, feu Rénier, de l'Institut.

Or, à cette époque de l'année, les moustiques n'étant pas encore éclos nous laissaient parfaitement tranquilles.

En 1862, au mois de septembre, le 3e bataillon de chasseurs à pied, dont je faisais partie, quittait la ville de Terracine, — frontière de Naples — pour rentrer à Rome, en traversant les marais Pontins.

Or, avant d'arriver à Velletri, limite de ces marais du côté de Rome, nous fûmes obligés de faire étape, le long de la *Via Appia*, autour d'une ferme où les moustiques pullulaient. Il va sans dire que tous, officiers et soldats, nous fûmes criblés de leurs piqûres à l'approche de la nuit.

Or, tandis que les officiers, mieux logés, mieux nourris, mieux vêtus et moins éprouvés par la fatigue de la route, échappaient *tous* aux atteintes de la fièvre, un grand nombre de nos chasseurs furent obligés, en arrivant à Rome, d'entrer à l'hôpital, où plusieurs succombèrent, et d'autres furent envoyés en convalescence dans leurs familles.

Pendant l'été de 1871, alors que je dirigeais le service de l'hôpital militaire d'Ajaccio, j'ai eu l'occasion de donner mes soins à un touriste qui était tombé malade dans les circonstances ci-après : Logé à l'hôtel Bellevue, notre homme avait la mauvaise habitude de ne rentrer chez lui qu'à une heure fort avancée de la nuit. Là, son premier soin était de se mettre sur le balcon, en manches de chemise, pour humer l'air frais du dehors, en contemplant la mer et les étoiles.

Tout alla bien pendant quelque temps ; mais une belle nuit, il fut tout à coup pris de frissons intenses, et il s'ensuivit une fièvre d'accès qui faillit l'enlever, malgré une médication des plus énergiques.

Ici, comme dans les deux cas précédents, je cherche en vain l'influence des moustiques, comme agents *principaux* de la maladie. Il semble donc oiseux de vouloir pénétrer le principe, *l'essence* de cet être mystérieux, miasme ou microbe, qui donne naissance aux fièvres palustres, non plus que celle de tout autre phénomène naturel.

« A quoi bon d'ailleurs ? La science vraie s'arrête au *déterminisme* de Claude Bernard, qui s'occupe des conditions physiques des phénomènes, sans vouloir chercher ce pourquoi, que l'alchimiste et le philosophe des temps passés ont vainement poursuivi dans leurs rêves mystiques ».

Des hypothèses ingénieuses, des théories séduisantes ont été émises par des hommes considérables dans la science, tels que : Weber, Rigaud de l'Isle, Berzélius, Thénard, Chevreul, etc ; mais aucune n'a résisté au flot du progrès quotidien. Seule, la théorie basée sur les effluves, provenant de

l'évaporation et de la putréfaction végétales, sous l'influence de la chaleur diurne, alternant avec le rayonnement de la nuit (1), fait encore partie du langage classique élémentaire, à cause de l'extrême simplicité qu'elle apporte dans l'explication des phénomènes qui président à l'évolution des fièvres intermittentes.

A dire vrai, cette théorie n'est aussi qu'une hypothèse, mais elle s'accorde mieux que les autres avec l'observation rigoureuse des faits. Elle nous fait comprendre comment l'assainissement d'un pays fiévreux est possible par le déssèchement et par la mise en culture des terrains asséchés ; et pourquoi l'insalubrité ne résiste pas à la main de l'homme, quand elle est le résultat de causes appréciables.

« Par la culture, dit Michel Lévy, l'homme transforme la surface du sol, il dessèche les marais, fertilise les landes, défriche les forêts, couvre de moissons les champs qui semblaient condamnés à une éternelle stérilité.

» L'insalubrité des terres, abandonnées par la main des hommes, augmente en raison de leur richesse et de leur fécondité naturelle (2). »

Tel est précisément le cas de la plaine orientale de la Corse, dont l'insalubrité notoire doit être attribuée, *avant tout*, à la présence des marais et des étangs, qui se sont formés le long de la côte, après la chute de l'empire Romain ; chute qui fut le signal de l'émigration des habitants et entraîna la déchéance de cette magnifique contrée, abandonnée depuis à la libre action des forces de la nature. Sur environ 100.000 hectares que cette plaine renferme, plus de 7.000 hectares sont occupés par des eaux stagnantes de toute nature.

Là, où prospéraient des villes florissantes, l'œil attristé ne rencontre plus que quelques maisons délabrées — tel le hameau d'Aleria — Çà et là quelques vignes, quelques champs ensemencés ; puis des maquis à perte de vue, de hautes herbes, des ajoncs gigantesques, et quelques cadavres ambulants, dévorés par la fièvre.

« Il n'y reste personne (en été) et la plus affreuse solitude règne dans toute la plaine, en dépit de sa fécondité et du magnifique ciel bleu qui la couvre. Tous les soirs, au coucher du soleil, une vapeur épaisse et grisâtre s'élève du sein des marais couverts de joncs et de roseaux ; elle plane lourdement sur l'horizon et recèle, dans ses flancs, le principe de ces fièvres intermittentes pernicieuses, qui brisent les constitutions les plus robustes, quand elles ne donnent pas la mort.

» L'ennemi qu'on n'a pas osé attaquer de front a gagné du terrain, et la Corse s'est vu mettre au ban de l'Europe, par la négligence de tous les gouvernements à remplir envers elle, le premier de tous les devoirs, celui d'assurer la salubrité de son territoire.

(1) Lancisi, Rasori, Morton, Raspail.
(2) Michel LÉVY. *Traité d'hygiène.*

» Je ne sais ce que vaut la *Mitidja* d'Afrique ; mais j'adjure nos concitoyens de se souvenir qu'il existe, à quatorze heures de Marseille, et à cinq heures de Livourne, une Mitidja française, comparable à la *terre promise* et propre à toutes les cultures. » (1)

» Lorsque les États européens seront las d'entretenir des colonies reconnues depuis longtemps, pour être plus onéreuses que profitables, la France trouvera dans le sol fertile de la Corse, dans son climat, propre à la production des *denrées coloniales*, une source de richesses, qui n'attend que des soins et des encouragements pour s'y acclimater. » (2)

« Traversée par de nombreux cours d'eau, bornée par les étangs et la mer, elle (la plaine) ressemble de loin à un immense jardin de luxuriante verdure ; mais, à peine aperçoit-on, çà et là, quelques champs cultivés. La fougère couvre partout l'immense plaine. On ne saurait comprendre pourquoi le gouvernement français laisse ces beaux terrains en friche. Les colonies y prospéreraient certainement mieux que dans les sables de l'Afrique. Il y a ici de la place pour deux grandes villes d'au moins 50.000 âmes.

» Son climat est plus doux que celui de la Toscane. On pourrait y cultiver *la canne à sucre*, et les céréales y donneraient le cent pour cent...

» La nature offre ici en abondance tout ce qui peut faire naître de grandes industries ; des pierres rares au flanc des montagnes, des pins, des mélèzes, des chênes dans les forêts. Çà et là, des sources minérales. Dans la plaine, du blé et des gras pâturages capables de nourrir les plus riches troupeaux ; et la montagne donne la main à la plaine, bordée par la mer la plus riche en poissons... Que peut-on désirer davantage? » (3)

Il n'y a pas longtemps, nous avons publié sur l'assainissement de cette plaine un travail qui nous a valu les félicitations d'un grand nombre d'hommes compétents — administrateurs, magistrats, ingénieurs, médecins, officiers de terre et de mer — qui s'intéressent à l'avenir de la Corse.

« J'ai aussi (m'écrivait l'un d'eux), j'ai aussi votre mémoire sur l'assainissement de la plaine orientale. J'ai l'intention de faire un rapport sur ce manuscrit qui est *fort intéressant*, bien qu'un peu plus politique que médical. » (4)

Dans ce mémoire nous avons démontré :

Que la plaine d'Aleria, aujourd'hui inculte et inhabitée, fut autrefois le siège de colonies florissantes et de cités populeuses.

Que depuis la chute de l'Empire romain elle a souffert, à diverses reprises, ces formidables destructions qui marquaient le passage des Barbares et des Sarrasins.

(1) BLANQUI. Rapport à l'Académie des Sciences sur l'état économique et sanitaire de la Corse, 1838.
(2) MALTE-BRUN. *Précis de Géographie*.
(3) F. GRÉGOROVIUS (Corsica)
(4) Dr FÉRÉOL, membre de l'Académie de médecine (Rapporteur).

Que, sous les Gênois, elle était exploitée, — à l'exclusion des Insulaires, — au profit des Gouverneurs que la République envoyait en Corse et qui y avaient fondé de riches établissements.

Que la France monarchique, succédant à Gênes par le droit du plus fort, s'avisa, dans un but tout politique, de distribuer les plus beaux domaines de la contrée à un petit nombre de familles, qui, les premières, avaient fait acte de soumission.

Que ces familles, n'ayant pas les moyens de mettre en valeur leurs vastes domaines, dont l'exploitation exige toujours de grands capitaux, les laissent en friche, ou les convertissent en pâturages.

Que ces pâturages sont devenus, à la longue, des foyers d'infection, par l'ensablement des terres et de l'embouchure des étangs, et par le défaut d'écoulement des eaux douces qui descendent des montagnes vers la mer.

Que l'insalubrité actuelle ne tient nullement à des causes telluriques et atmosphériques indestructibles.

Que les miasmes, ou si l'on veut, les microbes du paludisme, peuvent être domptés, et les marais assainis par les dessèchements et la mise en culture des terrains asséchés.

Qu'il n'y a pas d'assainissement possible, sans une population fixe et *attachée au sol.*

Que la première condition à remplir (condition *sine qua non*) pour rendre son antique splendeur à cette *Terre promise*, qui, mise en culture, pourrait suffire aux besoins d'une population double ou triple de la population actuelle de toute l'île, c'est de la *coloniser*, en accordant *des concessions* aux familles qui, bien volontiers, viendraient s'y établir; car, comme on l'a dit, avec raison, il n'y a pas *d'ancre plus fort que la propriété.* C'est là qu'est l'avenir de l'agriculture et du bien-être général; c'est de cette mesure que la Corse doit attendre son *relèvement* et le remède au plus grand de ses maux : *l'insalubrité.*

Parmi les moyens à employer pour atteindre au but, nous avons indiqué l'application de la loi du 15 juin 1857, relative à l'assainissement des Landes de Gascogne, ou bien l'exécution des projets élaborés par deux éminents ingénieurs : Scipion Gras et comte Grandchamp (1).

Au surplus, le Gouvernement de la République n'aurait qu'à le vouloir, pour attirer en Corse *les Frères de la Trappe*, en les déclarant concessionnaires, sous des conditions à déterminer, du domaine de *Casabianda*, aujourd'hui à l'abandon par suite de la malencontreuse suppression du pénitencier de ce nom, au grand détriment de la santé publique et de l'avenir de tout un département. C'est de cette manière que le gouvernement

(1) Scipion GRAS. *Sur l'assainissement du littoral de la Corse.* — Comte GRANDCHAMP. *La Corse et sa colonisation.*

italien est parvenu à assainir et à mettre en valeur la propriété, dite des Trois-Fontaines *(Le Tre Fontane)*, située en plein marécage, hors la porte Saint-Paul, à Rome.

Sous la direction de ces pionniers incomparables, passés maîtres dans l'art dangereux des défrichements, Casabianda acquerrait, en peu d'années, une plus-value énorme, et les propriétaires riverains, stimulés par leur exemple, ne tarderaient pas à les imiter. Au besoin, l'État pourrait les mettre en demeure d'opérer les travaux d'assainissement reconnus indispensables dans leurs domaines, en vertu de la loi du 15 juin 1857.

Quand il s'agit, comme dans le cas présent, d'un intérêt primordial de la Société, l'État a le droit et le devoir d'intervenir; car, « il ne faut pas se le dissimuler : la question de l'assainissement des marais est une question de vie ou de mort pour la Corse. Réduite à ses seules forces, cette île est hors d'état d'accomplir une tâche aussi rude. Nous lui devons aide et protection comme si elle était en proie à un vaste incendie... Et n'est-ce pas un fléau plus funeste qu'elle éprouve, celui qui frappe de stérilité la plus belle partie de son sol, et qui décime ses habitants? » (1)

M. le Dr Paul GIROD

Professeur à la Faculté des Sciences et à l'École de Médecine de l'Université de Clermont-Ferrand.

NOTE SUR L'ACTION THÉRAPEUTIQUE DE L'ACIDE CARBONIQUE ADMINISTRÉ PAR LA VOIE INTESTINALE [615.62]

— Séance du 13 septembre —

Les expériences des docteurs Bergeon, Richet et les recherches que j'ai entreprises permettent d'établir que l'acide carbonique introduit par l'anus dans le tube digestif sort de l'organisme par la voie pulmonaire. L'analyse de l'air expiré montre que l'acide carbonique rendu par cette voie représente, à peu près exactement, en volume, l'acide carbonique introduit dans le rectum.

Je n'ai pas l'intention de traiter en détail cette importante question, je veux insister sur deux points seulement : l'importance thérapeutique de

(1) BLANQUI, *loco. cit.*

ces expériences et les qualités que doit posséder l'acide carbonique administré.

Il est assez étrange de constater par l'expérience le passage de l'acide carbonique de l'intestin dans le poumon. Deux voies s'ouvrent au gaz pour cette pérégrination. L'une est veineuse, suivant les capillaires veineux intestinaux, la veine porte, les capillaires intra-hépatiques, les veines sus-hépatiques et la veine cave inférieure, pour se rendre à l'oreillette droite. La seconde voie est lymphatique : elle commence aux racines lymphatiques intestinales et par le canal thoracique gagne la sous-clavière droite et la veine cave supérieure correspondante pour atteindre l'oreillette droite. Les deux voies convergent au même point : le sang passe de l'oreillette droite dans le ventricule droit et de là dans l'artère pulmonaire qui la conduit dans les capillaires alvéolaires du poumon.

C'est dans cette nappe sanguine péri-alvéolaire que se fait l'échange gazeux, c'est là que s'échappe l'acide carbonique, arrivé au but de son voyage.

L'importance thérapeutique de l'acide carbonique employé par la voie rectale ressort de ce dernier fait ; nous avons la possibilité de baigner les alvéoles pulmonaires dans l'acide carbonique, depuis les parties les plus profondes du poumon. On préconise, et avec raison, les inhalations d'acide carbonique, mais il est aisé de comprendre que les inhalations par voie buccale ne peuvent atteindre que les bronches et les alvéoles superficielles ; par l'autre mode d'administration, c'est toute la masse alvéolaire qui est remplie par les gaz expirés.

Rappelons que l'acide carbonique est un microbicide énergique et en même temps un calmant puissant, agissant à la fois sur les nerfs et directement sur les muscles. De là, l'indication des lavements d'acide carbonique dans toutes les affections pulmonaires trachéales, laryngées, nasales, provoquées par des microbes, même indication pour lutter contre les crampes intestinales, les accès de toux, les contractions musculaires de l'appareil respiratoire.

Les expériences de Brown-Séquard ont montré l'entraînement constant des toxines par l'air expiré, c'est l'acide carbonique qui est chargé du balayage du sang et, si la quantité de ce gaz est augmentée, le courant est augmenté, le balayage est plus rapide et plus intense. Or, que d'états variés sont déterminés dans l'organisme par l'accumulation de ces toxines ? ici, le lavement gazeux est souverain.

Ayant expérimenté sur mon propre organisme, j'ai été amené à rechercher dès l'abord les procédés les meilleurs pour l'administration du gaz à l'homme et les qualités que doit offrir le gaz pour une administration présentant les meilleures conditions. J'ai utilisé d'abord l'acide carbonique préparé au laboratoire à l'aide du bicarbonate de soude et de l'acide

tartrique. J'ai essayé l'acide carbonique du commerce liquéfié sous pression dans des bombes ; j'ai fait plusieurs administrations d'acide carbonique recueilli à la sortie de la source Sainte-Eugénie de Royat. J'estime qu'il est nécessaire de fabriquer soi-même son acide carbonique, avec des produits d'une pureté absolue, car la moindre trace d'une substance nocive peut entraîner des accidents et déterminer des coliques très pénibles. Je suis donc revenu, après des tâtonnements, à mon idée première et à mon procédé de début.

J'ai eu dans ces essais pour collaborateur M. A. Serrès, ancien préparateur de chimie à la Faculté des Sciences qui, pour la purification des produits, pour les dosages, etc., a mis à ma disposition son expérience dans l'art des manipulations délicates. Il a établi pour nos recherches un appareil très simple qui, sans autres modifications, peut devenir un appareil d'application journalière.

Une bouteille ordinaire sert à la préparation du gaz. Les tubes laveurs encombrants sont remplacés par un globe de verre qui sert pour ainsi dire de cuve à eau et dans lequel le gaz est amené par un tube à dégagement intérieur. Ce globe se fixe à la bouteille par un bouchon de caoutchouc. Le gaz lavé s'échappe par un tube latéral auquel s'adapte le conduit de caoutchouc portant la canule. La simplicité de cet appareil est telle qu'il suffit d'un peu d'attention pour en apprendre le maniement. On met dans la bouteille bicarbonate et acide tartrique et le dégagement s'opère. Pour arriver à un dégagement régulier et lent, il fallait vaincre certaines difficultés de détail, elles sont résolues par les cylindres gazogènes, dans lesquels le bicarbonate agglutiné s'oppose à une marche trop rapide de l'opération et gradue le dégagement. Les doses sont calculées pour donner exactement, en quinze minutes, 5 à 6 litres d'acide carbonique.

Cet appareil, avec ses cylindres gazogènes, m'a donné pleine satisfaction, la pureté de l'acide carbonique produit évite toute complication intestinale. Une des propriétés spéciales de l'acide carbonique, c'est son rôle d'entraînement sur les substances au sein desquelles il se dégage, surtout lorsque ces substances sont volatiles.

Si l'on charge l'acide carbonique chimiquement pur, de créosote, gaïacol, eucalyptol, hydrogène sulfuré, etc., etc., et si on le fait passer dans le rectum, on sent bientôt dans l'air expiré l'odeur si caractéristique de ces produits. L'expérience m'a démontré qu'il est nécessaire d'incorporer ces divers agents aux doses destinées à la formation de l'acide carbonique pour en charger ce gaz au fur et à mesure de sa production.

Il est donc possible d'unir à l'action microbicide de l'acide carbonique, l'action thérapeutique de produits variés pouvant être entraînés par la voie intestinale, vers le poumon.

Au moment où l'estomac fatigué des malades se plaint des médicaments

si nombreux que nous confions à sa paroi, où le tégument trouve pénibles les injections hypodermiques, nous proposons à la médecine une nouvelle voie d'administration qui peut rendre de signalés services à la thérapeutique des voies pulmonaires et intestinales.

M. E.-M. ROHR

Vétérinaire en 1er au 17e régiment d'artillerie, à la Fère.

TÉTANOS TRAUMATIQUE [616.834 : 615.37]

— Séance du 13 septembre —

FAITS DE CONTAGION. — DEUX CAS DE GUÉRISON. — INJECTIONS PRÉVENTIVES DE SÉRUM ANTITÉTANIQUE. — RÉSUMÉ ANALYTIQUE.

Dans l'armée, le tétanos entre pour une bonne part dans les maladies nerveuses dont les statistiques annuelles enregistrent les pertes. En se reportant à une moyenne de sept années de morts pour ce groupe d'affections et en évaluant, suivant l'âge de l'animal, la valeur de la perte éprouvée par le Trésor, on constate un chiffre de 161.208 francs représentant une moyenne, par an, de 158 chevaux morts ou abattus (de 1879 à 1885).

Des recherches microbiologiques et expérimentales sur le tétanos, de M. Sanchez-Toledo et Veillan, il résulte que le bacille de Nicolaier, microbe pathogène du tétanos, est extrêmement répandu dans la nature; on le trouve en abondance dans les couches superficielles du sol, dans les poussières des appartements, dans le foin, dans les excréments des animaux domestiques. Il peut être cultivé et isolé et ses cultures, inoculées aux animaux, déterminent un tétanos expérimental identique au tétanos humain. Il est rigoureusement anaérobie. Ses spores, très résistantes, restent vivantes et virulentes malgré une exposition prolongée à l'air, à la lumière diffuse, à la chaleur, à la sécheresse, à la putréfaction, aux sucs digestifs et aux divers antiseptiques. Chez les individus atteints de tétanos, le bacille se trouve toujours dans la plaie, si petite qu'elle soit; il s'y cultive, s'y cantonne et y secrète un poison extrêmement violent qui, en se diffusant dans l'économie, intoxique et tue le malade.

Le bacille du tétanos peut envahir, mais non d'une façon constante, le sang et les organes; cette pénétration, en quantité très faible, n'a lieu que dans les dernières heures qui précèdent la mort. Malgré cela, le tétanos doit être considéré, au point de vue parasitaire, comme une maladie locale.

M. G. Bombieci relate également une étude fort intéressante sur la résistance à la putréfaction du bacille du tétanos *(In Archives de Médecine Italienne)* :

1° Le bacille du tétanos résiste longtemps à la putréfaction, qu'elle s'effectue à l'air, dans l'eau ou sous la terre ;

2° Lorsque la putréfaction s'effectue en plein air, le bacille du tétanos résiste plus longtemps que si elle s'effectue dans l'eau ou sous la terre;

3° Si la température est élevée, le virus tétanique résiste longtemps à la putréfaction sous la terre, si la température est basse, cette résistance diminue considérablement ;

4° Non seulement les bacilles tétaniques conservent longtemps leur pouvoir végétatif, mais encore ils conservent, en général, leurs propriétés pathogènes ;

5° Sous la terre, on ne trouve pas seulement les bacilles dans les foyers de putréfaction, on les trouve aussi dans les terrains avoisinants;

6° La présence des bacilles dans le terrain qui entoure un foyer de putréfaction n'est pas due, comme on pourrait le croire, au transport des microbes par les eaux de filtration; elle tient à ce fait que la terre est un excellent milieu de culture pour le virus tétanique ;

7° Quand on enfouit dans le sable un animal mort du tétanos, on ne constate jamais ce passage des bacilles du foyer de putréfaction au sable qui l'entoure.

Faits observés en 1891 (à Versailles). — Deux chevaux sont morts de tétanos traumatique ; l'un présentait des blessures superficielles de la face antérieure des boulets et succombait le 19 avril ; l'autre atteint d'une plaie du coussinet plantaire, au pied postérieur gauche, déterminée par la pénétration d'un clou de rue, mourait le 17 juin, jour de notre retour du recensement.

Ces deux cas de tétanos paraissent dus à la contagion dans les circonstances suivantes :

La piscine est située dans un coin de la cour aux fumiers ; depuis plusieurs années déjà, mon prédécesseur demandait une clôture la garantissant des ordures et fumiers qui, amenés par le vent, en salissaient l'eau.

Le 25 mai 1890, un cheval d'officier supérieur, logé en dehors du quartier, entrait à l'infirmerie pour tétanos, sans traumatisme apparent, et mourait le 30 mai; la litière était portée aux fumiers.

Les deux chevaux, morts en 1891, prenaient des bains de pied et, comme on le voit, succombaient à deux mois d'intervalle, durant la période des chaleurs, moment ou les foyers d'infection sont en pleine activité.

La piscine a dû être infectée par les fumiers et, par suite, a contagionné les chevaux qui présentaient des plaies.

Toutes les mesures de désinfection ont été prises à l'égard de l'affection et, pour avoir toute certitude, le bain de pied n'est plus en usage.

Faits observés en 1894 (à La Fère). — Le 18 octobre 1894, mourait de tétanos cicatriciel, dans l'écurie infirmerie n° 3, un cheval de 6 ans, entré le 30 septembre pour plaies profondes aux genoux, suite de chute.

L'écurie est désinfectée avec soin au sublimé et à l'acide phénique, inoccupée pendant près de trois mois, puis réservée, autant que possible, aux maladies internes.

Les derniers cas de tétanos datent de trois ans; deux morts en septembre 1891.

Les observations suivantes sont de 1895.

Le cheval *Granson*, âgé de 4 ans, nous arrive du dépôt de remonte de Caen, le 3 février; rien n'est à signaler en ce moment.

Le 26, ce cheval boite très bas du pied antérieur droit; déferré aussitôt, on constate un décollement complet de la sole provenant d'une enclouure qui remonte à environ un mois, puisque ce cheval n'avait pas encore été ferré au régiment; la nouvelle sole se reforme, aucune plaie vive n'est visible, un pansement antiseptique est appliqué, le cheval est pris à l'infirmerie.

Le manque de stalles nous oblige à le placer dans l'écurie n° 3 où il reste jusqu'au 15 mars. A cette date, la guérison est presque complète; on l'installe momentanément dans l'écurie n° 2, à droite de l'appareil à suspension qui soutient le cheval *Collégataire*, en traitement pour un décollement de la peau et plaie au coude droit. *Granson* reste une journée et demie dans cette stalle et sort complètement guéri le 17.

Le 23 au matin, il est présenté avec les chevaux nouvellement arrivés à la revue trimestrielle. Au trot, l'allure est anormale, le rein légèrement voussé, la queue serrée, peu de mouvements. Nous le dirigeons sur l'infirmerie pour être examiné plus attentivement, ce qui nous permet le diagnostic : tétanos ascendant. Nous songeons aussitôt à *Collégataire*, son voisin de trente-six heures, qui pouvait très bien avoir été contaminé; les mêmes symptômes existent chez ce dernier, mais avec moins d'accentuation.

Collégataire est un cheval de 6 ans, nerveux, ce qui explique l'accident arrivé le 1er mars, alors qu'étant attelé, il tombait, en se défendant, sur la branche de support de timon. La blessure consécutive est excessivement douloureuse, le moindre attouchement le fait cabrer.

Ces deux chevaux sont aussitôt placés dans les cellules du lazaret, l'obscurité la plus complète est faite, la porte des écuries est fermée à clef, ainsi que celle de la cour; on ne pénètre que deux fois par jour, le moins longtemps possible, à 9 heures et à 3 heures, pour la médication, l'alimentation et le nettoyage.

Le traitement institué est le suivant :

Chaque jour, deux injections sous-cutanées de chlorhydrate de morphine de 50 centigrammes chaque;

Bromure de potassium, 10 grammes matin et soir dans un demi seau d'eau;

Sulfate de soude, 200 grammes dans un barbotage composé d'avoine, de son et de farine d'orge;

Thé de foin à discrétion, dans un coin de l'écurie;

Litière de paille, courte pour ne pas gêner les malades dans leurs mouvements; elle est renouvelée tous les matins et arrosée abondamment d'eau crésylée.

Les jours suivants, la rigidité est plus grande et le trismus assez accentué chez *Collégataire* ; le corps clignotant recouvre en partie le globe oculaire chez les deux. *Granson* est couvert de sueur durant trente-six heures, il tousse fréquemment et le 1er avril au matin, on constate sur lui des traces de chute.

Le 5 avril, légère amélioration chez *Granson*, moins de trismus, l'encolure n'a plus la même rigidité, mais la gêne est toujours saillante.

Quant à *Collégataire*, son trismus persiste ainsi que la rigidité, puis une légère amélioration se manifeste ; le 8, les mâchoires s'écartent, l'encolure est, moins fixe.

Le 9 et les jours suivants, mais très lentement, les symptômes s'amendent chez nos deux malades, la rigidité du train de derrière ne disparaît qu'en dernier.

Ils ne se rétablissent que vers le 25 avril, date à laquelle cesse tout traitement ; les soins hygiéniques sont seul continués.

La plaie fistuleuse de *Collégataire* était loin d'être guérie lorsqu'il devint tétanique, et comme au toucher la plaie olécranienne restait très douloureuse, on évita tout traitement susceptible d'amener une surexcitation ; on recouvrait modestement la région d'une toile imbibée deux fois par jour d'eau crésylée. Une suppuration abondante s'établit et la cicatrisation était complète le 30 avril.

Dès la fin de février nous obtenions du sérum antitétanique de l'Institut Pasteur, quatorze chevaux furent traités préventivement.

Trois de ces chevaux ont séjourné dans l'écurie n° 3 après avoir reçu le sérum, aucun n'a été contaminé. Durant cette période, un blessé, qui n'avait pas subi d'injection préventive, fut atteint.

Cannelle, jument âgée de 9 ans, est traitée le 21 septembre, au retour des manœuvres, pour un clou de rue antérieur gauche, tout à fait superficiel, n'ayant intéressé que la fourchette, en dedans de la lacune latérale droite ; la sole est surtout sensible dans sa région antérieure, le pied est plat. On place, après amincissement de la région, un tampon de liqueur de Villate dans le trajet, puis un cataplasme antiseptique autour du pied. Les autres écuries occupées par des chevaux plus gravement blessés nous mettent dans l'obligation d'installer *Cannelle* dans l'écurie n° 3.

Ne possédant plus de sérum, l'injection préventive n'avait pu être faite ; peut-être, en raison du peu de gravité de la blessure, ne l'aurions-nous pas pratiquée.

Le 24, toute boiterie disparaît, une très petite plaie existe sur le boulet postérieur gauche. *Cannelle* est désignée pour sortir au cas où un cheval plus malade entrerait.

Le même jour, elle est examinée hors de l'écurie ; nous croyons remarquer une légère fixité de la tête sur l'encolure, mais d'après le garde d'écurie, l'animal porterait toujours la tête ainsi, tirerait souvent au renard et se détacherait constamment. Nous l'examinons néanmoins de plus près ; la tête et l'encolure sont portées à droite et à gauche, la mobilité est complète ; rien d'autre n'arrête donc notre attention, et nous excusons cette impression première par la crainte constante que nous conservons de rencontrer un tétanique. Le 25, la jument est remise dans le rang.

Le 28 au soir, elle nous est présentée en pleine évolution. Isolée comme les précédents, elle est soumise au même traitement. Malgré les symptômes assez accusés, nous conservions bon espoir, si une complication accidentelle n'était pas survenue. Le 1er octobre, au matin, nous trouvons la malade étendue à terre

se débattant et succombant quelques heures après. Il est très regrettable qu'une cellule tout au moins n'ait pas une largeur suffisante pour pouvoir y placer un cheval en liberté, ce qui aurait permis d'éviter cette chute et la surexcitation aggravante et mortelle.

Résumé analytique. — Des observations précédentes, quelques faits assez importants gagneront à être examinés plus explicitement. Ce sont : l'infection de l'écurie, la période d'incubation de la maladie, son mode d'évolution, son traitement, et, enfin, l'efficacité des injections préventives de sérum antitétanique.

a) L'écurie n° 3 a conservé le bacille depuis le mois de septembre 1894, malgré toute désinfection et la non occupation de l'écurie durant trois mois, permettant ainsi une aération des plus larges jour et nuit. Lors du dernier contaminé, le sol de cette écurie a été défoncé et entièrement refait.

b) Le 15 mars, *Granson*, presque complètement guéri de son clou de rue, sort de l'écurie n° 3 pour être placé, une journée et demie, à droite de *Collégataire*, blessé au coude droit et suspendu dans l'appareil de l'écurie n° 2. Le 23, *Granson*, dans le rang depuis sept jours, est reconnu atteint de tétanos; on constate en même temps que *Collégataire*, son voisin de trente-six heures, l'est également. *Granson* était donc déjà en possession du bacille le 15, puisqu'il a contaminé *Collégataire*; la période d'incubation chez ce dernier était, comme conséquence, de sept jours.

c) Des trois cas observés, les circonstances nous ont permis d'en remarquer deux au début et de les traiter aussitôt; quant au troisième, notre impression première, le 24 septembre, n'était pas tout à fait fictive et nous laisse croire que déjà, à cette date, une légère intoxication existait.

Si une revue trimestrielle n'avait été passée, il est probable que *Granson*, alors à la remonte, et qui, en somme, pour une personne étrangère à la médecine, ne manifestait rien de bien saillant, ne nous aurait été amené que quelques jours après, en pleine évolution aiguë. Si, de même, nous n'avions pas songé immédiatement à la contamination possible de *Collégataire*, voisin du premier de sept jours avant, le diagnostic porté seulement par la suite eût été : tétanos aigu ; et cela d'autant plus sûrement que, dans l'appareil à suspension, ce cheval n'était soumis à aucun mouvement.

En ce qui concerne *Cannelle*, est-ce bien la prévention au sujet du tétanos qui nous faisait remarquer cette tête un peu fixe? Nous croirons plutôt, puisque quatre jours après, le 28, elle devenait tétanique, que déjà, le 24 septembre au matin, les toxines agissaient.

Nos conclusions seront donc que les cas de tétanos aigu ne nous semblent pas aussi communs qu'on paraît l'admettre généralement et classiquement. Les symptômes du début passent inaperçus dans la majorité des cas et le vétérinaire n'est souvent appelé que pour constater un tétanos à manifestations déjà graves.

d) Quant au traitement, le succès est plutôt dû à l'heureuse circonstance qui facilite un diagnostic dès le début, qu'aux nombreux agents préconisés.

Quoi qu'il en soit, les mesures réunissant quelques chances de réussite nous paraissent les suivantes :

Placer le malade dans un box spacieux. Éviter le bruit, la lumière, le contact des hommes et des animaux, en un mot, toute cause d'excitation;

Se limiter, comme médication, à l'usage des analgésiques, parmi lesquels nous préférons la morphine et le bromure de potassium (nous n'avons pas eu l'occasion de traiter par le sérum antitétanique à haute dose).

Ne pas craindre, lorsqu'on est dans un milieu tétanifère, d'isolér tout malade dont certaines contractures musculaires se rapprochent de celles du tétanos; c'est ainsi que nous avons surveillé de près un cheval souffrant de myosite de la croupe et qui avait en outre une petite plaie au canon postérieur droit, une injection de sérum a même été faite. Enfin, traiter antiseptiquement la plus petite plaie.

e) Les injections préventives de sérum antitétanique ont le même degré de certitude que les autres belles découvertes déduites des études actuelles si positives faites en bactériologie et dont M. le professeur Nocard a su doter notre médecine.

Le sérum est absolument inoffensif, aucun des chevaux traités préventivement n'a pris le tétanos, bien que plusieurs aient habité l'écurie infectée. Par contre, un blessé, qui n'avait pu recevoir cette injection sous-cutanée, est devenu tétanique (cas de *Cannelle).* Nous avons même cru remarquer, chez nos malades immunisés momentanément, une cicatrisation plus prompte des plaies qui revêtaient aussi un aspect meilleur. Les spores tétaniques, communes en effet dans une foule de milieux, doivent exister sur certaines plaies, et, si elles ne réalisent pas toujours l'infection générale, elles peuvent très bien avoir une action locale défavorable à la cicatrisation.

Comme indications nous dirons :

Dès que, dans un milieu, des complications de tétanos sont à craindre, il y a lieu de traiter préventivement :

1° Les sujets qui doivent subir des opérations chirurgicales ;

2° Les malades qui souffrent de blessures du pied, même minimes ;

3° Ceux qui ont des plaies contuses, des tissus froissés, déchirés, souvent très douloureux. Ces accidents sont communs dans l'artillerie et occasionnés par les roues des voitures, les pièces, etc.

La manifestation douloureuse est une indication sérieuse dans toutes circonstances.

M. DONATI

Professeur spécial d'Agriculture, à Bastia.

LE DÉBOISEMENT DES CHATAIGNERAIES DE LA CORSE

[634.152.1:45.9]

— Séance du 9 septembre —

La question que j'ai l'honneur de traiter devant vous est, assurément, la plus importante de toutes celles qui intéressent, non seulement l'économie rurale, mais toute l'économie de la Corse.

La destruction des châtaigneraies par les entrepreneurs qui approvisionnent les usines d'acide tannique se poursuit dans de telles conditions que nous croyons de notre devoir de faire connaître, avec les avantages que la culture du châtaignier présente pour nos populations, les causes de ce déboisement et ses conséquences immédiates, tant au point de vue de l'alimentation qu'à celui de la climatologie et de l'avenir de l'agriculture.

Ces arbres, qui recouvrent 30.000 hectares de terrains en coteaux, ont toujours joué un grand rôle dans toutes les périodes critiques de l'histoire de la Corse ; au temps où ses habitants combattaient pour leur indépendance, ils leur procuraient leurs moyens d'existence ; actuellement même, pendant que la misère étend de plus en plus ses ravages dans les campagnes, ils constituent la principale ressource des cultivateurs qui ont renoncé à la culture du sol.

Par sa richesse en éléments nutritifs, la farine de châtaignes constitue un aliment complet ; les analyses récentes de M. Baland (1), pharmacien principal de 1re classe, donnent, sur ce point, des indications très précises. Un lot de châtaignes du Piémont, qui sont celles qui ressemblent le plus aux châtaignes de la Corse, a donné, à l'analyse, la composition suivante :

Matières azotées.	5,98
— grasses	3,78
— sucrées et amylacées	86,82

Si nous comparons ces chiffres avec ceux d'une analyse de blé Dattel qui est très répandu, analyse qui nous est également donnée par

(1) *Revue de l'Intendance ;* Novembre et décembre 1896 ; juillet et août 1896.

M. Baland, nous serons surpris de voir combien est grande l'analogie entre ces deux produits :

Matières azotées	10,53
— grasses	1,44
— sucrées et amylacées	84,28

La teneur des châtaignes en éléments nutritifs se rapproche beaucoup de celle du blé et cela explique comment nos populations des montagnes peuvent se nourrir, depuis un temps immémorial, presque exclusivement de bouillies et de gâteaux de farine de châtaignes. Cela nous indique aussi tout le parti que l'on pourrait tirer de ces fruits, dans des situations graves, pour l'alimentation des populations des villes et des campagnes.

Le bois de châtaignier n'est pas moins précieux pour les besoins domestiques : exploité en taillis de cinq à six ans, il sert à faire des paniers, des fourches, des pelles, des manches de fouets, des manches d'outils ; il est utilisé comme le micocoulier et l'osier dans le midi de la France ; à mesure qu'il grandit, il sert comme échalas et comme bois de clôture ; employé comme pièces de charpente, sa durée égale celle du chêne ; transformé en madriers, en planches, en planchons, il sert à tous les usages du charronnage, de la menuiserie, de l'ébénisterie et même, exposé au vent, au soleil et à la pluie, sans être protégé par aucun enduit, sa durée est illimitée ; débité sous forme de douvelles, il sert à faire d'excellents vaisseaux, de toutes dimensions, pour la conservation du vin. Comme bois mort, il est également très utile, car c'est un excellent bois de chauffage pour les fours aussi bien que pour les cheminées d'appartements.

Les soins nécessités pour la venue et l'entretien de ces plantes, ainsi que pour la récolte des fruits sont presque nuls. Généralement, l'arbre est constitué par un sauvageon âgé de sept à huit ans, venu naturellement et greffé sur place ; il pousse ainsi, tant bien que mal, entouré de maquis, jusqu'au moment où il commencera à produire, c'est-à-dire jusqu'à la quinzième ou à la vingtième année. A ce moment, le maquis sera défriché tout autour de la plante, et dès lors le terrain sera nettoyé tous les ans, pour permettre la cueillette des châtaignes.

Un châtaignier peut atteindre de très grandes dimensions ; on en rencontre beaucoup qui mesurent 6 et 7 mètres de circonférence et 25 ou 30 mètres de hauteur.

La valeur de ces plantes est basée sur leurs dimensions et sur la qualité des fruits : elle varie de 20 à 50 francs, il en est pour lesquelles elle dépasse 100 francs, mais celles-ci constituent l'exception. Le rendement par pied atteint facilement 10 et 12 0/0 de cette somme.

La récolte est faite, généralement, par les propriétaires eux-mêmes et, dans ce cas, elle ne nécessite pas de grands frais car, sauf le fauchage des

fougères et du maquis qui est fait par les hommes, à moments perdus, la cueillette est effectuée par les femmes et par les enfants. Quand les propriétaires ont recours à des ouvriers embauchés pour toute la récolte, ceux-ci sont rétribués en nature, soit au tiers, soit à la moitié. Ils sont tenus, en retour, de procéder, dès le mois de septembre, au nettoyage des châtaigneraies, de débiter et de transporter le bois destiné à alimenter les foyers des séchoirs,de cueillir les châtaignes, de les transporter et de les faire sécher.

La récolte nécessite environ deux mois de travail ; la cueillette commence du 15 au 20 octobre, pour finir fin novembre ; la décortication est effectuée dès que les châtaignes sont suffisamment sèches pour être portées au moulin.

On a donc raison de dire que le châtaignier est un arbre providentiel ; aussi le vide que la disparition de ces plantes créera dans les campagnes sera irréparable.

L'influence de ce déboisement sur le climat du pays ne sera pas moins désastreuse. Actuellement, tout le monde se plaît à vanter le climat de la Corse : la ville d'Ajaccio lui doit la faveur dont elle jouit comme station d'hiver ; mais il est à redouter qu'il n'en soit plus de même, quand les coteaux et les sommets des montagnes seront dégarnis ; car il est reconnu que ce sont les forêts et les bois qui rendent les climats plus doux, moins variables, plus constants.

D'autre part, l'existence de ces forêts est intimement liée à la prospérité de l'agriculture : ce sont elles qui régularisent le cours des torrents ; elles retardent la fonte des neiges et les eaux pénétrant lentement dans le sol le transforment en d'immenses réservoirs qui céderont leur trop-plein dans les ruisseaux, voire même au cours de l'été, au fur et à mesure des besoins de l'agriculture. C'est ce qui explique la régularité du débit des cours d'eau qui prennent naissance sur des coteaux boisés, tandis que sur les terrains dénudés, les eaux roulent impétueuses en ravinant le sol, entraînant la terre et le gravier, provoquant dans les plaines des inondations qui dévastent les récoltes et faisant des ravages considérables. En outre, les torrents qui proviennent de ces coteaux sont très abondants en hiver, et à sec dès les premières chaleurs de l'été.

Les cultivateurs de l'arrondissement de Bastia ont eu un avant-goût de ce qui les attend dans la nuit du 4 août 1899, où les eaux des fleuves d'Alesani, du Fiumalto, du Golo et du Bevinco sont sorties de leur lit et ont fait des dommages considérables.

Ces inondations récentes ne peuvent, il est vrai, être imputées au déboisement ; mais ces catastrophes qui, jusqu'à présent, ne se renouvelaient qu'à des intervalles assez éloignés, deviendront plus fréquentes par suite de la destruction des châtaigneraies. Ces faits ont d'ailleurs été

vérifiés pour les grands fleuves de la France : le Rhône, la Loire et le Rhin, dont les crues les plus désastreuses ont été attribuées au déboisement des montagnes.

Il serait malheureux que les populations de la Corse, déjà si éprouvées par la crise économique qui pèse sur ce pays plus lourdement que partout ailleurs, eussent à faire, à leur tour, cette triste expérience dont la conséquence la plus immédiate serait l'abandon des parties basses constituées par les alluvions des fleuves ; ces terres étant les plus fertiles et les seules dont la culture soit encore rémunératrice.

Il est un point de vue également très important qu'il nous est permis d'envisager, c'est celui d'éventualités qui laisseraient la Corse livrée à ses seules ressources. Une expérience toute récente, une simple grève de portefaix, a risqué mettre les populations aux abois ; qu'arriverait-il, en cas de guerre, si ce pays était privé pendant de longs mois des importations du dehors? On nous dit que l'administration de la Guerre se préoccupe, par mesure de prévoyance, de créer des approvisionnements ; ne serait-il pas préférable de conserver à la Corse ses cultures en terre comme les châtaigneraies qui sont à la portée de chaque famille et dont les fruits peuvent, dans des situations graves, suffire aux premiers besoins des populations ?

On ne peut contester la gravité de ce déboisement. Il est vrai que dans certaines localités on s'est contenté d'éclaircir les châtaigneraies et que, d'autre part, les souches tiennent encore au sol ; mais les vides sont déjà nombreux, leur superficie augmente de jour en jour et la misère consécutive des mauvaises récoltes venant en aide aux entrepreneurs, il est facile de prévoir la date à laquelle ce déboisement sera complet.

Les deux usines qui extrayent l'acide gallique du bois de châtaignier et qui existent actuellement dans l'arrondissement de Bastia absorbent 140 tonnes de bois par jour, correspondant à 30 ou 40 plantes soit à près d'un hectare de châtaigneraie. Il faut y ajouter le bois qui est exporté et celui qui sera absorbé par une troisième usine en voie de construction, et l'on verra qu'en moins de cinquante ans les châtaigneraies de la Corse auront vécu.

Les Sociétés d'Agriculture et le Conseil général se sont émus de cette situation et ont sollicité des mesures exceptionnelles visant les propriétaires qui se permettraient de détruire leurs plantations ; mais ces vœux portaient atteinte au droit de propriété et ils n'ont eu aucune suite.

Il est urgent, cependant, de trouver un remède à cet état de choses, tout en conciliant les droits des propriétaires avec l'intérêt public.

Les châtaigneraies en coteaux peuvent être divisées en deux catégories : celles qui ont été déboisées et qui se sont transformées en maquis et celles qui sont encore intactes.

Rien ne serait plus simple que de faire bénéficier les premières de la loi

de 1860, qui rend le reboisement obligatoire sur les terrains en pente et sur le sommet des montagnes, en les exemptant de tout impôt pendant trente ans. Cet avantage amènerait les propriétaires eux-mêmes à solliciter le passage de leurs maquis sous le régime forestier et à reconstituer leurs châtaigneraies. Ils conserveraient tous leurs droits sur les nouvelles plantations, sauf celui de coupe qui serait soumis au contrôle de l'administration des fôrets. Pour ce qui est des châtaigneraies encore entières ou en voie d'exploitation et qu'il importerait de conserver, il conviendrait, également, de les faire passer sous le régime forestier, tout en respectant, nous le répétons, les droits des propriétaires. Actuellement, les entrepreneurs coupent tous les arbres ; tout tombe sous la hache aveugle du bûcheron, les plus jeunes aussi bien que les vieux tronçons, qu'ils abandonnent en grande partie sur le sol, comme impropres à leur industrie, et ces terrains sont ensuite livrés aux incursions du bétail. Les agents des forêts auraient pour mission de désigner les arbres à conserver parmi les plus jeunes et les plus vieux, de manière à rendre ces coupes moins dommageables au point de vue du boisement et d'assurer la replantation des parties déboisées. En échange de ce droit de contrôle, les propriétaires bénéficieraient de l'exemption de l'impôt pendant trente ans. A l'expiration de ce délai, l'État conserverait son droit et les propriétaires ne pourraient plus couper ou éclaircir leurs plantations qu'autant que l'intérêt de la culture l'exigerait.

Ces mesures sont d'ordre administratif, nous nous contentons de les indiquer. Il en est d'autres, d'ordre cultural, qui relèvent plus spécialement de nos attributions et qui auraient pour effet de combattre le déboisement des coteaux, en rendant la culture du châtaignier plus rémunératrice.

Il est un fait connu : c'est que le déboisement a commencé et se poursuit activement, principalement dans les localités où le prix de revient des récoltes est le plus élevé, soit par suite de l'infériorité des châtaignes et de leur bas prix, soit par suite du défaut de main-d'œuvre. Dans les régions où les châtaignes se vendent fraîches et là où elles donnent une farine de bonne qualité, les propriétaires se dessaisissent plus difficilement de leurs arbres et les entrepreneurs y traitent encore peu d'affaires. Si donc il était possible de diminuer ce prix de revient, tout en améliorant la qualité des produits, il est certain que les propriétaires céderaient moins facilement leurs plantes. C'est le problème que nous avons essayé de résoudre, en modifiant le système de séchage en usage qui est des plus défectueux.

Les séchoirs sont constitués par des bâtiments spéciaux situés au milieu des châtaigneraies et, plus souvent, par de vastes salles faisant partie de l'habitation du propriétaire. Ces salles mesurent généralement de 7 à 8 mètres de long sur 5 mètres de large ; à 3 mètres de hauteur se trouve le plafond, formé de claies en bois sur lesquelles on place les châtaignes, et

à 50 centimètres ou 1 mètre au-dessus des claies, le toit recouvert par des tuiles du pays. Latéralement, au niveau supérieur des claies, des lucarnes sont percées pour donner du jour et pour livrer passage à la fumée pendant la période du séchage. Au milieu de chaque salle, on installe un ou deux fuconi (1), suivant les besoins, sur lesquels on brûle le bois qui doit produire la chaleur.

Ces séchoirs présentent de nombreux inconvénients qui concourent tous à augmenter le prix de revient de la récolte; ils nécessitent une dépense de bois considérable, eu égard au but à atteindre; les murs intérieurs et extérieurs n'étant pas crépis absorbent une grande partie de la chaleur dégagée par les foyers; souvent même, ces murs sont percés de trous par lesquels s'échappe la fumée et c'est là encore une cause de déperdition de chaleur. Matin et soir, les ouvriers qui cuisinent aux fuconi et les propriétaires eux-mêmes ne pouvant séjourner dans cette atmosphère enfumée, ouvrent les fenêtres, d'où refroidissement de la pièce et des châtaignes. Il faut ajouter à ces inconvénients ceux résultant du séjour des ouvriers dans cette atmosphère, ce qui, au dire des médecins, est contraire à toutes les lois de l'hygiène. De nombreux cas de cécité constatés dans certaines localités seraient imputables à l'action de la fumée sur la cornée de l'œil.

Ces considérations seraient plus que suffisantes pour faire abandonner ces installations défectueuses ou, tout au moins, pour faire mettre à l'étude les modifications qu'il y aurait lieu d'y apporter, mais il en est d'autres, également très importantes, qui ont pour effet de nuire à la qualité des châtaignes et d'en diminuer la valeur.

Les propriétaires savent qu'ils sont loin de retirer de leurs récoltes tout le profit qu'ils pourraient en avoir; en effet, les premières châtaignes qui sont de beaucoup les meilleures, et qu'il serait avantageux de décortiquer, pour les vendre dans la première quinzaine de décembre, sur le marché de Marseille, sont confondues avec celles des derniers jours, qui sont de qualité inférieure; celles-ci devraient être séchées séparément et conservées en grume pour les besoins du bétail.

C'est là un point qui est admis par tous; mais les dispositions des séchoirs, généralement composés d'une salle unique, permettent rarement de faire cette distinction. En outre, on ne peut commencer cette dessication, c'est-à-dire allumer les feux, avant que les claies ne soient complètement recouvertes, sous peine de laisser s'enfuir et perdre la chaleur dégagée par les foyers; les châtaignes restent ainsi pendant une dizaine de jours, souvent plus, exposées aux moisissures et aux ravages des larves qui les vident, ce qui entraîne une diminution très sensible dans la qualité et un très grand déchet. Pendant la dessication, qui dure plus d'un mois, les

(1) Les fuconi sont de grands foyers carrés disposés à l'intérieur des séchoirs.

châtaignes subissent des variations de température qui les altèrent ; quand les feux s'éteignent, ce qui est très fréquent la nuit, par la négligence de ceux qui sont préposés à leur entretien, elles se refroidissent et se contractent; la pellicule rouge qui les entoure (tégument) adhère à l'amande, ce qui en altère la qualité. Quand les feux sont poussés trop activement, elles se carbonisent et, dans l'un et l'autre cas, elles deviennent impropres à la consommation. Tout cela explique pourquoi la première récolte, quand on peut la séparer et que la dessication est bien conduite, se vend, dans la première quinzaine de décembre, sur le marché de Marseille, de 25 à 30 francs le quintal métrique, alors que la seconde récolte ne trouve preneurs à aucun prix.

Nous avons vu tantôt que la dépense de bois pour l'entretien des foyers est très élevée; elle n'est jamais inférieure à une charge, soit à 100 kilogrammes par hectolitre de châtaignes blanches, souvent même elle atteint 300 kilogrammes, ce qui est énorme, attendu que la charge de bois est évaluée à un franc. Le prix habituel des châtaignes blanches variant de 10 à 12 francs, on voit que le chauffage, à lui seul, absorbe 10 ou 20 0/0 de la valeur totale de la récolte.

C'est pour suppléer à tous ces inconvénients que nous préconisions, dans un rapport en date du 12 mars 1894, l'emploi de l'air chaud produit par un calorifère, au lieu et place des *fuconi* et des séchoirs.

Nous avons réalisé ce projet à Sorbo-Ocagnano, au centre de la Castagniccia, dans le canton de Vescovato, et les résultats que nous avons obtenus nous permettent d'espérer que nous avons atteint le but que nous poursuivions.

Cet appareil est basé sur la propriété qu'ont les calorifères de pouvoir dégager la presque totalité de la chaleur provenant de la combustion des matières qui servent à les alimenter et sur l'évacuation des buées produites à la surface des châtaignes par un courant d'air chaud.

Tout le monde connaît le pouvoir desséchant des courants d'air qui est dû, non seulement à la température de ces courants, mais surtout au déplacement de l'air qui enlève l'humidité au fur et à mesure qu'elle se forme à la surface de l'objet à dessécher. C'est ainsi que l'on peut sécher, en plein air, des fruits très aqueux, tels que les figues, les prunes et les cerises. On constate le même fait dans les séchoirs à châtaignes, les jours de grands vents où la dessication est très rapide.

C'est en combinant ces deux propriétés, celle des calorifères et celle des courants d'air, que nous sommes parvenu à remédier aux séchoirs actuels; notre installation ayant pour avantages :

1° D'éviter le déchet provenant du fait des larves ;

2° De sécher les châtaignes d'une façon rapide, de manière à les obtenir meilleures et à pouvoir bénéficier des premiers prix du marché ;

3° De réduire les frais de chauffage de 50 et même de 75 0/0.

Nous donnons, ci-dessous, les dispositions de notre première installation qui date de 1899 et dont le plan a paru dans le journal *Il Coltivatore, di Casale Montferrato*. Cette figure permettra de comprendre, à première vue, le fonctionnement de l'appareil *(fig. 1)*.

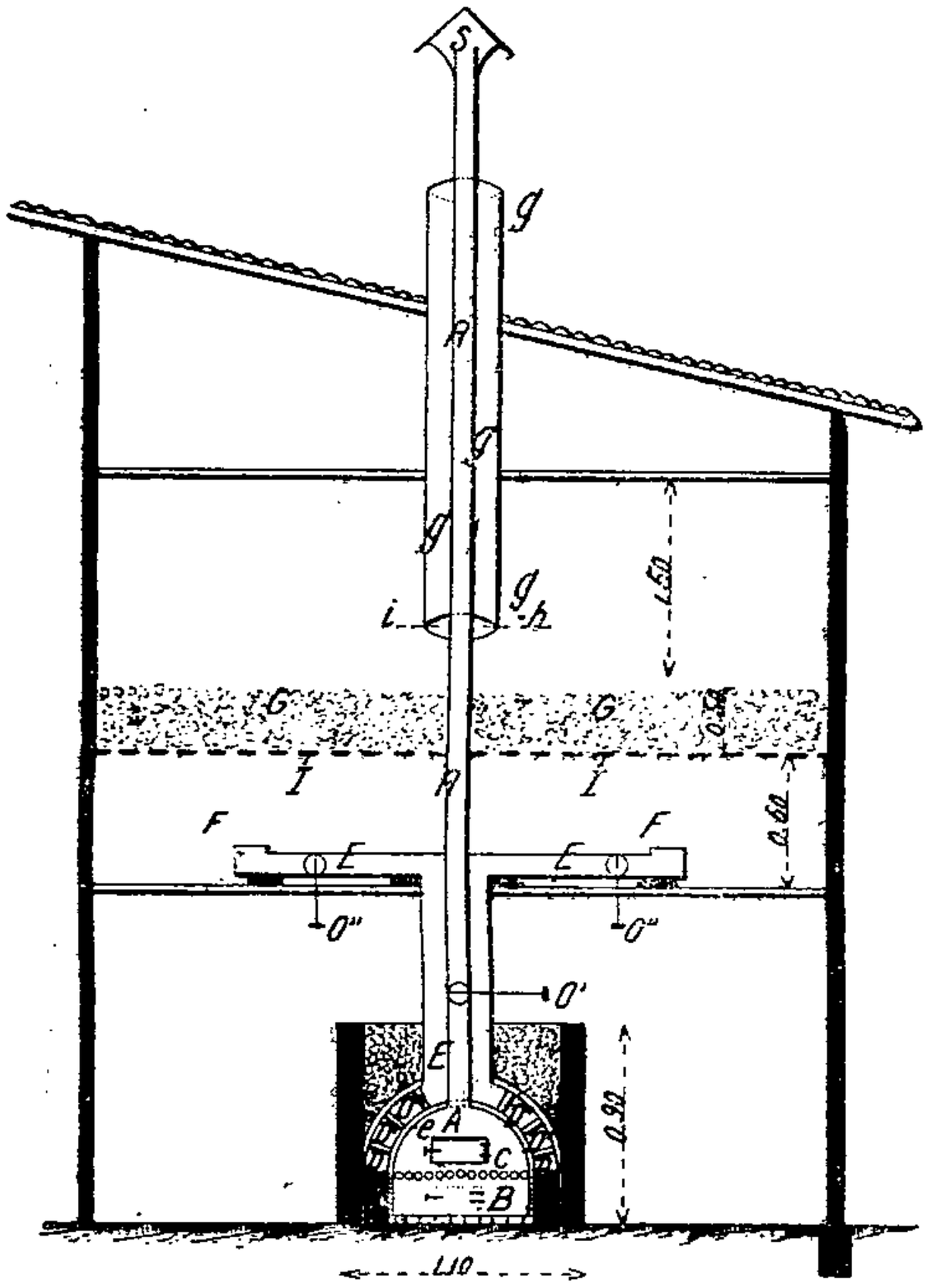


FIG. 1.

A est le foyer en fonte,

B est le cendrier,

R est la cheminée pour l'évacution de la fumée,

DD'D" la double enveloppe pour la formation de l'air chaud.

En D se trouvent deux ouvertures pour donner accès à l'air extérieur dans la double enveloppe. Cet air situé en D'D" s'échauffe au contact de la coupole en fonte et s'élève par E jusqu'en F, au-dessous du lit de châtaignes G, déposées sur les claies I. Cet air chaud traverse les châtaignes, s'empare à son passage de leur eau de végétation et provoque la formation de buées qui s'échappent sur le toit par le manchon *g*.

L'évacuation des buées est facilitée par le contact de la cheminée R, qui se trouvant chauffée par le passage de la fumée, provoque un fort tirage dans le manchon *g*; il s'établit ainsi un courant d'air qui part de D, s'échauffe en D'D", s'élève par E, traverse les châtaignes, et s'échappe par *g*.

Le calorifère étant allumé, dès le premier jour, les châtaignes sont dépo-

sées sur les claies, au fur et à mesure de la cueillette; la dessication commence aussitôt, les larves sont tuées et leurs dégâts sont enrayés.

L'espace compris sous les claies se trouvant complètement clos, la température se maintient sensiblement la même pendant toute la durée du séchage et, en admettant, ce qui ne s'est jamais produit, que les feux du calorifère s'éteignent, faute de combustible, le refroidissement des châtaignes est presque impossible et celles-ci restent toujours blanches entièrement exemptes de tégument. On évite également de les voir carbonisées et, autre avantage sérieux, les risques d'incendie qui sont énormes dans les séchoirs actuels disparaissent entièrement.

Enfin la chaleur dégagée se trouvant mieux utilisée, on réalise, par ce moyen, une très grande économie de combustible et, si l'on dispose de grignons d'olives, comme c'est le cas de la plupart des propriétaires, l'économie réalisée peut atteindre 75 0/0 de la dépense actuelle.

Tous ces avantages joints à celui de pouvoir exporter la première récolte sur le marché de Marseille, du 10 au 20 novembre, de manière à bénéficier des prix les plus élevés, sont suffisants pour que nous préconisions l'adoption de ce procédé.

Une pareille installation ne nécessite pas d'ailleurs de vastes locaux; le calorifère peut être construit dans un réduit quelconque, voire même dans un dessous d'escalier. La chambre de dessication sera disposée immédiatement au-dessus ou latéralement, et elle pourra, après la récolte, être destinée à tout autre usage.

Telles sont les dispositions qu'il y aurait lieu de prendre et les modifications qu'il importerait d'apporter à la culture du châtaignier, pour conserver à la Corse, en même temps que ses belles châtaigneraies et les avantages qu'elles procurent à ses habitants, la supériorité de son climat et la fertilité de ses terrains.

Il appartient au Congrès d'examiner s'il y a lieu de les recommander, par un vœu, à la bienveillante attention du Conseil général et de M. le Ministre de l'Agriculture.

M. SPOTURNO

Diplômé de l'École Nationale d'Agriculture de Montpellier, à Ajaccio.

L'ARBORICULTURE FRUITIÈRE EN CORSE [634.1 : 45-9]

— Séance du 9 septembre —

Est-il arrivé à l'un de vous de parcourir la Corse un peu dans tous les sens et de résumer ses impressions après ce voyage? Pour peu que l'amour de la culture vous anime, tous, vous avez déploré l'état où se trouve notre pays, le manque de culture, et je n'entends pas en cela trouver les grasses et belles cultures des riches contrées agricoles; mais le manque d'exploitation du sol, dis-je, frappe tous ceux qui parcourent notre île. La beauté du paysage et la puissante impression qu'elle laisse dans l'esprit du touriste ne saurait égaler cette saine vue des fermes ou maitairies qui se déroulent partout ailleurs le long d'un voyage en chemin de fer.

L'arboriculture, plus que tout autre genre d'exploitation, convient à la nature du pays; sa constitution géologique n'exclut aucune espèce, et nulle part comme en Corse on ne trouve un si grand nombre de climats réunis dans un seul département. De la zone méditerranéenne chaude on arrive, en passant par la zone moyenne, à la zone froide où la neige pendant 6 mois de l'année couvre les hauts sommets des monts qui forment la charpente de l'île.

Dire que l'on trouve tous les climats, c'est dire que l'on peut varier à l'infini le mode d'exploitation du sol, et on pourrait voir sur un espace restreint toute la gamme des cultures disséminées dans la zone tempérée; mais le maquis couvre tout pour l'instant.

Nombreuses sont les causes qui font qu'on n'y trouve que le maquis : le manque d'eau en est une; le peu d'éloignement des montagnes à la mer fait que le système hydrographique est mal établi, et si mille fontaines sourdent de notre sol en hiver, la plupart, vu leur peu de débit, tarissent pendant l'été et font que l'irrigation n'est permise que dans certaines conques favorisées où l'oranger et les citrus divers se développent avec une étonnante végétation.

L'arbre est plus apte qu'aucun autre plant de culture pour résister à notre climat, son enracinement profond, sa puissance de végétation, lui permet-

tent d'aller dans le sous-sol, de briser le tuf granitique, de profiter de toutes les fissures pour trouver la fraîcheur qui lui est nécessaire et ne pas succomber à la sécheresse.

Le cultivateur corse a compris (et son indolence mieux que lui) que l'arbre venait bien sous nos diverses zones et on n'a pas manqué d'en planter; toutes les variétés cultivées ont des représentants dans notre île : orangers, citronniers, oliviers, etc.

Leur nombre est important et on trouve des forêts d'oliviers, d'orangers, d'amandiers, de châtaigniers. Ce sont les arbres qui règnent et ont pris le plus de développement en raison même de la vente facile de leurs produits et de la conservation des fruits.

L'arboriculture, quoique existant, est loin de couvrir tout le territoire qui lui revient; elle pourrait prendre possession d'un large périmètre autour de chaque golfe, point naturel d'exportation, en même temps que la montagne dans ses frais vallons pourrait se peupler de poiriers, pommiers, qui fourniraient les villes du littoral de ces beaux fruits sains qu'on ne peut obtenir au bord de la mer.

On peut et on doit se demander si les marchés ne seraient pas encombrés par un développement exagéré de cette branche et si aussi le revenu actuel, donné par les arbres, ne baisserait pas. Certes, la grande production ferait baisser les cours, et si nous avions la prétention de travailler pour les marchés de l'île nous arriverions à la surproduction, de là au découragement et à la ruine.

L'étude des débouchés est à considérer, et ne donneront de produits appréciables que les arbres dont les fruits auront un écoulement considérable et avantageux soit sur Nice, Marseille, Livourne, ainsi que les arbres dont les fruits pourront se conserver, ces fruits seront jetés sur les marchés au moment de la hausse, entraînant, il est vrai, une baisse, mais encore rémunératrice.

Si on y songe, les débouchés ne peuvent être créés avant de pouvoir livrer, mais on sait d'avance si tel ou tel fruit peut être écoulé.

Les grandes villes du continent consomment énormément de fruits sous toutes les formes; à 48 heures de Paris, nos envois peuvent arriver sur cette place en bon état pour la vente, celà n'est plus qu'une question d'emballage, le tout est de produire avant le Vaucluse et le Var, rien ne nous manque : fors la volonté.

Toutes les branches agricoles ont subi des crises, l'arboriculture ne s'est encore ressentie de rien. Cela dépend, surtout, de la diversité des produits qu'elle donne, à la succession de ses récoltes, et aussi aux mille manières de présenter ses produits : frais, secs, en conserves, en confitures; sous tous les aspects ils forment des desserts recherchés et les prix élevés qu'obtiennent les fruits prouvent que le marché est loin d'être encombré.

En revanche, on devra étudier les goûts des consommateurs, là où on se propose d'expédier, et s'efforcer d'offrir ce qui est demandé, car faire autrement serait s'exposer à des déboires nombreux et à n'obtenir que des revenus dérisoires.

Le fruit a besoin, pour le marché, de qualités spéciales; les qualités extérieures passent sans contredit au premier rang; l'habitant de la ville est en général peu difficile pour les qualités intérieures et peu apte à apprécier si le fruité est délicieux, habitué qu'il est de goûter à ceux ayant voyagé, toujours cueillis avant maturité et n'ayant pas encore obtenu ce juteux et ce parfum qui font les délices de tous ceux qui ne les savourent jamais que bien mûrs.

Produire beau est difficile, car il y a des règles à suivre; il faudra que la taille prépare déjà l'arbre et maîtrise sa vigueur de végétation, que le cultivateur ait le courage d'éclaircir les fruits déjà noués pour que les autres puissent être mieux nourris et venir dans de meilleures conditions; surtout que les soins culturaux, fumures, labours et irrigations au besoin ne fassent pas défaut à l'arbre. L'arbre, alors vigoureux, craindra moins les maladies, et de belles récoltes récompenseront toujours les efforts du cultivateur.

Les fruits à peine noués, que l'on enlève, seront perdus forcément les premières années; dans la suite on les préparerait au vinaigre et cela donnerait un petit revenu qui paierait et au delà l'opération de l'éclaircie.

On pourrait néanmoins se proposer d'écouler sa récolte en conserve en boîtes, la beauté du fruit deviendrait alors secondaire, il serait plus avantageux de réserver pour ce mode de vente les fruits de rebut et les productions tardives qui ne paieraient plus aussi bien les frais élevés d'expédition et d'emballage.

Si l'arboriculture prenait en Corse le développement qu'elle mérite, nos marchés ne seraient pas suffisants pour écouler ce que le pays pourrait produire; il faudra songer à expédier le trop plein. L'expédition au loin s'impose; depuis Marseille, Avignon, Lyon, jusqu'à Paris, on pourrait vendre nos fruits de primeurs, et l'on serait d'autant plus sûr de vendre le reste que nos marchés seront plus fournis; on viendra alors chercher chez nous ce qu'on demande ailleurs qu'en France (il faut l'espérer du moins); pour cela on devra former des jeunes gens au délicat métier d'emballeurs de fruits.

L'emballage doit être minutieux et solide, et c'est grâce au soin qu'on lui accordera que les fruits arriveront en bon état à destination.

Il diffère avec les fruits.

La pêche, l'abricot voyageant le plus difficilement, ils veulent être cueillis presque verts et n'être que sur un rang, séparés les uns des autres par des frisons de papier, ou mieux, par un casier en carton.

Les cerises et les prunes seront bien serrées dans une légère caisse.

Les pommes, les poires, les oranges, citrons, pourront voyager en paniers.

Les emballages devront être soignés, rien ne vaut pour l'acheteur l'impression que lui laisse l'ouverture du colis. En tout, mais spécialement pour les emballages, nous n'aurions qu'à prendre exemple sur les arboriculteurs des autres pays.

La vente à l'extérieur pourrait être facilitée par un Syndicat général des arboriculteurs qui s'occuperait des centres de vente non comme intermédiaire direct, car il y aurait toujours des arbres, mais pour conseiller le planteur et le diriger dans ses ventes ; il choisirait des courtiers pour placer les fruits dans les centres d'expédition et surtout surveillerait ces derniers dans leurs opérations. Il s'occuperait d'installer des fabriques de conserves et confitures, qui traiteraient l'excès de récolte, fourniraient des emballages perfectionnés à prix réduits et surtout tâcherait de faire connaître à l'extérieur la bonne production fruitière du pays par une réclame judicieuse et une surveillance sévère des denrées expédiées afin de conserver leur réputation.

On pourrait, pour écouler le beau de la récolte, si on craint la mévente, vendre directement au consommateur ; imiter en cela les autres industriels qui savent si bien inonder le public, d'une certaine classe de la société, de prospectus divers leur faisant connaître leurs produits. On ne perdrait rien à expédier des colis bien préparés, pleins de fruits de choix et cela contre remboursement, ce qui fait que personne n'aurait à craindre les mauvais payeurs, et les intermédiaires seraient supprimés.

Nous avons envisagé succinctement ce qu'il faudrait faire pour l'arboriculture en Corse, voyons ce qu'elle est au point de vue cultural.

L'arbre en Corse est loin d'être cultivé, il pousse à l'avenant, aucune forme ne lui est appliquée. C'est en plein vent par le fait qu'il pousse en grande forme, mais les branches croisent d'autres branches, et au bout de quelques années c'est un fouillis inextricable qui s'épuise en végétation sans donner de fruits, ou peu. A part l'amandier et les citrus qui reçoivent un semblant de culture, les autres poussent un peu partout disséminés dans les vignes, les jardins ; peu de vergers ont cette constitution homogène que l'on trouve dans la vallée du Rhône et partout où la culture fruitière est en honneur. La spécialisation semble inconnue et si elle existe pour le châtaigner et l'olivier elle est toute naturelle et non artificielle.

La belle plantation d'amandiers que nous trouvons dans le Nord de l'île nous indique que de temps en temps on a songé à utiliser le sol de la Corse par des arbres, mais ce qui est à remarquer, c'est que toutes ces plantations sont presque contemporaines, et malgré le beau revenu que l'on en tire les cultivateurs ne semblent pas encore décidés à augmenter leur culture fruitière.

Ici, plus que partout ailleurs, excepté pour quelques arbres, tels que le l'oranger, l'olivier, l'amandier, le châtaignier, la culture fruitière est une vraie culture ménagère, si je puis m'exprimer ainsi : chaque famille a ses fruits, vend les beaux comme les mauvais, ce qui explique que nos marchés sont toujours bien fournis sans que personne pense à produire plus hâtivement que le voisin et alors tout arrive en même temps, les prix s'en ressentent et baissent du jour au lendemain.

Dans les nouvelles plantations, on devra bien choisir l'exposition : l'exposition Sud sera préférée pour les variétés précoces de façon à les avoir plus tôt, les terres exposées au courant d'air des vallées devront être protégées par des brise-vents d'essences diverses. La pratique agricole nous enseigne de faire les nouvelles plantations en plein et de les disposer en quinconces.

Le défoncement s'impose, non complètement, mais en bandes parallèles occupées par les arbres à planter et que l'on fera selon la ligne de petite pente, de façon que les eaux ne puissent y séjourner et engendrer par leur humidité la pourriture des racines. Les jeunes plants profitent beaucoup d'un terrain meuble où les racines se développent beaucoup mieux, ce qui est déjà une chance de réussite. La plantation se fera tôt de façon que les terres soient déjà tassées quand l'arbre entrera en végétation; d'ailleurs, dans tous les pays chauds, il est démontré que les plantations du mois de novembre-décembre sont celles qui sont les plus sûres de réussite.

La distance à conserver variera avec l'espèce, mais il ne faut jamais craindre de perdre un peu de terrain, car les arbres moins serrés se développent mieux, leur surface plus grande est mieux baignée d'air et de soleil et la production fruitière est toujours plus considérable. Il n'en est pas ainsi en Corse, on dirait que les arbres ont eu besoin de se sentir les coudes pour ne pas se voir isolés dans l'immensité des terres incultes qui se trouvent autour d'eux.

L'agriculteur Corse reconnaît que toute plantation bien espacée est de bon rendement, mais pas un ne voudra planter espacé; le jour où il se décidera à convertir en verger une de ses terres, et cela sous prétexte que des vides se forment toujours, jamais il n'aura le courage d'arracher et laissera les arbres se gêner les uns les autres au détriment des récoltes à venir et de son bien-être personnel.

En Corse, l'agriculteur n'est arboriculteur digne du nom que dans des cas bien rares; une fois la plantation faite, il abandonne les arbres à toutes leurs végétations; à peine si tous les ans, lorsqu'il est soigneux, vient-il enlever le bois mort. La taille des arbres est connue de bien peu et n'est vraiment appliquée nulle part, même pour les espèces précieuses telles que l'oranger.

La forme à donner aux arbres est très importante à étudier ; en grande culture et dans un pays comme le nôtre où les gelées n'existent pas ou sont très rares, le plein vent en gobelet semble la forme la plus convenable, seulement on aura soin de tenir la tige plus ou moins haute selon les plantations ; toutes les fois que le bétail aura accès dans le verger, on aura un tronc plus élevé et on pourra aller jusqu'à $1^m,80$, ailleurs le gobelet bas- avec $0^m,60$ ou $0^m,80$ de tige est ce qui nous semble le plus rationnel. Les formes pour espaliers et contre-espalier seront réservées aux cultures de primeurs et encore faudra-t-il que l'arboriculteur ait de sérieuses connaissances de taille pour les établir et se décide à y travailler lui-même, car il ne trouvera nulle part l'ouvrier qui pourrait le remplacer.

Avec le plein vent la taille se réunira à un élagage plus ou moins sévère : enlever le bois mort, supprimer les gourmands, tailler tous les jeunes bourgeons qui se sont développés à l'intérieur du gobelet et aussi raccourcir les rameaux de l'année qui ont pris trop de développement de façon à équilibrer la végétation : voilà toute la besogne du tailleur d'arbres.

Il serait oiseux de démontrer l'utilité de la fumure. C'est grâce à elle seule que nous aurons de beaux fruits. Avant le premier labour on aura soin de faire une cuvette au pied de chaque arbre, afin d'y déposer la fumure nécessaire à la plante. On peut fumer au fumier de ferme, ce que nous conseillerons, très peu ici, où il est très cher et mal préparé ; il vaudrait mieux se servir de composts que l'on préparerait aisément dans chaque verger en stratifiant des mauvaises herbes avec de la chaux en pierre. C'est encore l'engrais le plus économique et le plus profitable pour nos sols granitiques manquant de chaux.

Avec le verger disposé en quinconce, nous pouvons nous permettre de le cultiver économiquement, l'usage des instruments attelés nous est permis, nous labourerons nos arbres à la fin de l'automne et en hiver, on les binera fin mai et fin juin de façon à maintenir toujours le sol meuble et à détruire la végétation adventice, façons qui maintiendront la fraîcheur du sol au grand profit des arbres, car si l'irrigation est recommandable, elle est souvent impossible.

Passons en revue les arbres cultivés dans le pays :

« A tout seigneur, tout honneur ». Nous parlerons du plus bel arbre qui peuple nos vergers. *L'oranger* est l'arbre qui est cultivé avec le plus de goût, on ne craint pas d'attendre durant de longues années un revenu probable, mais retardé ; planté à cinq ou six ans de pépinière, on est obligé d'attendre dix et quinze ans avant d'avoir une récolte appréciable, et un arbre de vingt ans bien soigné ne donne qu'une centaine de fruits. Mais ce sont des plantations éternelles, et à moins de maladies, l'oranger devient centenaire, sans diminuer sa production.

Obligé d'arroser ses arbres, l'arboriculteur choisit toujours un vallon possé-

dant une source et abrité des vents dominants. Là, il créera son jardin (d'orangers) presque toujours en terrasse, et quiconque a vu un jardin en Corse peut se demander les frais que comporte un tel travail : enlever aux flancs de la colline, remblayer le vallon, faire des réserves de terre végétale, créer des murs de soutènement de deux et trois mètres de haut, construire des réservoirs, des rigoles, tous ces travaux ont été nécessités pour la plus modeste de nos orangeries, et il y en a ainsi 250 hectares disséminés sur nos côtes.

Dans tous ces travaux, le créateur n'est pas toujours à la hauteur de la situation et oublie le drainage de ces terrasses. Au bout de vingt ou trente ans, on voit disparaître lentement la plantation, l'eau stagne aux terrasses inférieures et les arbres périssent victimes du blanc des racines. On a conseillé mille remèdes pour cette maladie ; le drainage est encore le seul pratique, on est toujours à temps pour l'exécuter.

L'oranger veut être soigneusement labouré et exige un sol constamment meuble. Souvent on cultive à son ombre, et la culture maraîchère se charge ainsi de tenir meuble le terrain. Ailleurs, où l'oranger reste maître de la terre, il faut un labour avant l'hiver, un autre au commencement du printemps et un bon binage pendant les chaleurs.

Avec les travaux du sol, on s'occupe de la taille qui est plutôt un élagage bien compris, évidant le centre, supprimant les gourmands ; on ne doit pas craindre de donner trop d'air. On n'éclaircit pas les fruits. C'est une opération inutile.

Ces arbres sont arrosés une ou deux fois par semaine selon que l'on dispose de beaucoup d'eau. Ces arrosages se font à eau courante, rarement à bras : l'oranger exige une centaine de litres à chaque arrosage, ce n'est qu'à condition que les arrosages soient copieux qu'ils profitent.

La cuvette d'arrosage doit être éloignée du tronc et couvrir sous l'arbre une couronne presque aussi grande que la projection horizontale de l'arbre ; l'eau arrive ainsi par infiltration aux racines en baignant un cube plus grand de terre. Le paillis des cuvettes est à recommander.

L'oranger plus que n'importe quel arbre est avide de fumier, mais il faut le lui donner avec discernement. Tous nos jardiniers savent que l'année où l'on a fumé, l'orange est plus grossière, le zeste devenant épais. Aussi il vaudrait mieux donner une fumure plus légère tous les ans que de fumer fortement tous les deux ou trois ans de façon à conserver la finesse du fruit et la vigueur de l'arbre. Les engrais chimiques pourraient compléter l'action d'un compost ou d'un autre engrais massif employé. Une bonne opération est de changer la terre aux pieds chaque trois ou quatre ans et de la remplacer par de la terre vierge ou du terreau.

L'oranger est ici dans son climat préféré ; à peine, si par les hivers les plus rigoureux ressent-il les atteintes du froid. Il se plante entre 5 et 7 mètres, selon les expositions, ce qui donne une moyenne de 200 à 250 arbres par hectare, et on est toujours assuré d'en tirer un revenu brut de 2.500 francs. Cela vendu sur nos marchés, d'où l'on a à retrancher les frais d'arrosage, de culture, de taille qui n'atteignent jamais la moitié du produit brut, le revenu de l'orangerie reste encore ce qu'il y a de plus élevé.

Les variétés sucrières précoces : les portugal, les maltes, devraient être plus cultivées, car elles arrivent sur le marché de bonne heure ; les blidah, très tardives, jouiront ainsi que les premières variétés du privilège des primeurs d'arriver sans concurrence sur les marchés.

Le Mandarinier, dont la culture se confond avec celle de l'oranger, devrait

voir sa culture plus développée ; de petite taille, il pourrait être cultivé à l'ombre des orangers. Est de rapport si la variété est bonne et le fruit de belle apparence.

Le Citronnier, plus exigeant en eau et en chaleur, craint le froid ; il serait à conseiller de le tenir bas sur tige comme le cédratier et de placer des paillassons sur une légère charpente pour le protéger du froid. Ses fruits ont un écoulement assuré et se conservent longtemps. C'est ce que devrait planter celui qui pense à l'exportation.

Cédratier.— Voilà une culture bien spéciale. Après avoir fait la fortune de plus d'un planteur, le cours actuel du fruit a baissé sans aucune mesure. Aujourd'hui, son rendement est inférieur à celui de l'oranger et sa culture plus onéreuse. Très sensible au froid et à la chaleur, il faut ne pas lui ménager les arrosages ; de plus les tenir très bas, ordinairement en cépée ou en gobelet, et quand l'hiver vient, le couvrir de paillasson au-dessus d'une légère charpente qu'on laisse à demeure. Ici, on se sert de branchages de bruyères, d'arbousiers avec de la fougère pour former un abri suffisant contre la rigueur de l'hiver.

Le cédratier, pour lequel on avait beaucoup espéré dans le pays, est une culture non à abandonner, mais à laquelle on devra préférer la culture du citronnier et de l'oranger, toutes les fois qu'on aura un débit assuré de ces beaux fruits. Sa culture, à part les abris que l'on fait, ne diffère aucunement de celles des autres citrus. Chaque pied commence à produire à trois ans; à dix ans, il peut porter 30 à 40 kilog. de beaux fruits que l'on vend de 18 à 20 francs les 100 kilos. On les a vendus 120 francs. Vu le peu de développement qu'on donne à l'arbre, on en met un peu plus à l'hectare, mais les plantations d'un hectare ou de plus d'un hectare sont très rares. C'est en petite culture que toutes ces espèces sont cultivées.

On lutte contre la fumagine qui atteint tous les citrus en aspergeant les feuilles de jus de tabac afin de se débarrasser de la cause première de la maladie des cochenilles qui en sont cause.

Châtaignier. — Le châtaignier couvre en Corse une quarantaine de mille hectares ; sa zone de culture est élevée, part de 400 et va à 1000 et 1200 mètres d'altitude. C'est la fortune de nos montagnes où il remplace le blé, et le fruit sert d'aliment.

On soigne beaucoup les nouvelles plantations; les jeunes plants sont arrosés, binés. On greffe sur brin de semence, et nos châtaigniers séculaires proviennent de greffes. Les variétés les plus cultivées sont : La *Gentile* réputée dans le pays pour sa saveur; le *Tejo* et le *Marrone*, cette dernière variété convient même pour l'exportation ; nos châtaignes sont dépréciées par le commerce à cause des cloisonnements intérieurs et ne se vendent qu'à vil prix; il vaudrait mieux greffer à l'avenir avec les variétés dites *Marrons* plus recherchées par le commerce et mieux payées.

Le châtaigner couvre en Corse toutes les pentes dans la haute région ; il est planté à 10, 12 et souvent à 15 mètres de distance. Une fois que l'arbre a pris possession du terrain, on ne s'occupe plus de lui que pour les récoltes qu'il rapportera. Il peut, vers 30 ou 40 ans produire plus de 10 décalitres de châtaignes.

On arrache aujourd'hui trop de vieux châtaigniers sans rien planter à leur place ; son bois est payé fort cher, il est d'ailleurs presque imputrescible, on s'en sert pour la construction et aussi pour la distillation ; il donne alors un charbon comparable à celui du chêne et de l'acide pyroligneux.

Amandier. — La culture de l'amandier a pris une grande extension dans le Nord de la Corse; ce sont des vergers immenses, ayant plus de vigueur que ceux de la Provence et du Midi de la France; en général bien plantés, ils sont moins bien cultivés.

L'amandier, quand il se trouve abrité des vents froids, est de bonne production, et selon la variété cultivée, on peut compter sur un double décalitre, vendu 4, 5 ou 6 francs, selon que l'on aura des variétés. A coque dure, tendre, on a la princesse.

La floraison a lieu en janvier, ce qui fait qu'il est sensible aux brusques changements de température qui ont eu lieu à cette époque de l'année. Les amandiers s'accommodent très bien du plein vent. Il serait à désirer que les planteurs taillent un peu plus et ne laissent pas le fouillis de branches que l'on peut voir sur presque tous les arbres. On expédie beaucoup d'amandes vertes dans de meilleures conditions que les fruits secs.

Cerisier. — Est cultivé partout. Les variétés précoces arrivant sans être forcées à la fin du mois d'avril devraient être cultivés près des villes et même en vue de l'expédition. La guigne hâtive de Bâle dite de Luc et les précoces du pays devraient être recommandées.

Les bigarreaux peuvent être expédiés assez facilement; on devra s'adresser à eux ainsi qu'à notre variété *duracci.* Le bigarreau Jaboulay qui est si demandé sur le continent pourrait être introduit. Greffer sur merisier, car seul il convient pour les grandes formes.

Les terrains légers et frais conviennent le mieux aux cerisiers. Peuvent être cultivés, sous toutes les zones de l'île.

Abricotier. — Cultivé un peu partout, mais nulle part en grand. Ne convient pas à toutes les expositions, désire une terre légère, riche, et être abrité des changements brusques de température. Dans nos pays secs, il veut être greffé sur amandier.

On cultive en Corse le *gros abricot* et le *muscatello* plus précoce et moins estimé. Le gros abricot produit beaucoup de beaux fruits et est de bonne vente, sa production s'échelonne sur une vingtaine de jours, l'expédition en est possible, mais cueilli un peu sur vert, vient deuxième quinzaine de juin; on peut encore cultiver *l'abricot pêche* si estimé partout et qui viendrait après le gros abricot.

Tout le littoral convient à l'abricot à l'exception des terrains trop secs, néanmoins craint l'humidité. Greffer sur franc lorsqu'on pourra irriguer. C'est un des arbres le plus à conseiller pour les centres qui pourront expédier rapidement sur le continent, car il est délicat et craint beaucoup. Les compost lui sont très favorables, les platras sont à conseiller quand on pourra se les procurer facilement.

Pêcher. — On trouve beaucoup de pêchers, peu de belle qualité. Il n'est pas cultivé en verger, il l'est soit dans les vignes ou les jardins. Les variétés précoces introduites il y a une quinzaine d'années ne sont pas expédiées. Les variétés tardives, venant première et deuxième quinzaine d'octobre ont plus de succès et font l'objet d'un petit commerce dans tous les ports.

Le demi-vent est la forme qui convient le mieux au pêcher, et le contre-espalier ne serait pas à dédaigner pour les variétés précoces telles que: Amsden, Alexander, Précoce de Hale, Précoce de Crawford.

Si on voulait plus précoce, le contre-espalier serait indiqué, il avance facilement la récolte d'une quinzaine de jours, d'où plus-value énorme pour le fruit arrivant sur le marché à la fin mai ;mais la culture de plein vent bien comprise suffirait largement.

Les variétés courantes arrivant à maturité pendant le courant de l'été seront cultivées un peu moins, mais on développera beaucoup la culture des variétés tardives; la zone montagneuse pourrait, elle aussi, cultiver ces dernières variétés avec succès.

Sujet à l'oïdium et au pourridié, veut être soigné en conséquence. Greffer sur prunier quand le sol est humide. Les pêchers francs donnent de bons produits dans les variétés hâtives et à chair adhérente.

Pour l'abricot et la pêche, on devra soigner énormément les emballages, surtout pour les fruits de choix.

Le pêcher et l'abricotier sont deux arbres qui donneront d'excellents revenus là où les communications ne font pas défaut. Nos marchés de l'île en consomment énormément. C'est une récolte qui n'embarrassera jamais le producteur.

Prunier. — Plus cultivé que l'abricotier et que le pêcher. La prune *Reine Claude* est très répandue, on devrait de préférence en cultiver les variétés sélectionnées. On dessèche beaucoup de prunes. La *prune d'Agen* et le *Perdrigon du Var* donneraient certainement de meilleurs pruneaux de vente plus facile. C'est l'arbre de la montagne avec le poirier, pommier, cerisier; dans tous les vallons on trouve des pruniers.

Figuier. — On en trouve sur toutes nos côtes, nos figues desséchées sont préparées : 1° desséchées au soleil, puis 2° cuites au four, ce qui leur donne leur saveur et leur couleur spéciale. Il végète dans la première zone, où l'on y cultive plusieurs variétés : Fico bianco, Fico nerbicone, Fico genovese.

On pourrait introduire la belle figue *Bellone* du Var. Nos figues desséchées sont vendues de 60 à 75 francs les 100 kilogrammes, selon leur qualité, et quand je dirais qu'un arbre peut donner, quand il est en production, de 10 à 20 kilogrammes de figues sèches, cela suffit pour montrer quelle importance on devrait accorder à cette culture qui est déjà moyennement étendue.

Noyer. — Se place dans la zone montagneuse. Il végète volontiers au bord des ruisseaux; sa végétation en Corse est superbe. Les arbres les plus âgés dans les années favorables donnent jusqu'à 12 hectolitres de noix. Une moyenne de 2 ou 3 hectolitres est considérée comme une bonne production pour les arbres plus jeunes.

Ici le noyer est cultivé pour son fruit et non pour l'huile. Pour cette raison, on devrait choisir pour les nouvelles plantations de plus belles variétés.

Noisetier. — Sont peu cultivés et presque exclusivement dans le Nord.

Pommier, Poirier. — Si les arbres à noyaux donnent de beaux bénéfices dans les pays méridionaux, les arbres à pépins exigent, pour être cultivés avec succès, un climat frais.

En Corse, ces arbres sont cultivés un peu partout, mais ce n'est que dans les vergers en montagne que l'on obtient de beaux et bons fruits.

Le littoral permet la culture des variétés précoces.

La montagne convient mieux pour les variétés d'automne et d'hiver; d'ailleurs toutes les bonnes pommes et poires que nous consommons pendant la mauvaise saison viennent de la montagne et elles sont délicieuses. Au bord de la mer, vu la sécheresse de l'air et du terrain, les fruits sont véreux et les arbres sont souvent attaqués par les insectes qui finissent par avoir raison de leur résistance.

On trouverait un bon choix à faire parmi les variétés à introduire, nos variétés ne sont pas à l'abri de la critique.

Cette culture très étendue déjà devra être encouragée, car la vente en est assurée sur tous les marchés des bords de la Méditerranée qui ne peuvent en produire.

Olivier. — En pleine région de l'olivier, on peut le cultiver partout jusqu'à 400 et 600 mètres dans les bonnes expositions.

On cultive principalement *l'olivier des Sabins* et *l'O. genevois.* Les oliviers donnant de gros fruits à mariner sont dénommés *Germani.*

La superficie occupée par l'olivier est très grande : 12.000 hectares, mais discontinus. Dans toutes les parties de l'île, on trouve des bois de 200 et 300 hectares de beaux arbres forestiers au feuillage gris, ce sont nos oliviers. Ici la taille n'est pas connue, aussi, livrés à eux-mêmes, ils atteignent des dimensions magnifiques et s'élèvent d'autant plus rapidement que la plantation est plus serrée, toute leur frondaison et leur partie fructifère se trouve perchée à 10 et 15 mètres de hauteur, cela dans les bonnes terres. Pour trouver des plantations régulièrement plantées, il faut aller dans la Balagne, mais ce n'est que dans l'arrondissement de Sartène que l'espacement est plus rationnel.

En Corse, plus que partout ailleurs, l'espacement est à considérer avec la puissance végétative que possèdent nos arbres, une taille sévère comme on l'applique dans le midi de la France ne serait pas à sa place; mais il est à considérer que tout olivier isolé au lieu de s'élever, s'étale, et si la végétation est puissante, la surface de l'arbre est en rapport; et pour peu que l'on supprime tous les ans le bois mort, le bénéfice en sera magnifique, et on peut citer mille exemples d'oliviers, donnant jusqu'à 60 et 70 litres d'huile comestible, tandis que la moyenne des autres arbres est de 2 litres environ.

On aurait donc tout intérêt à obtenir par hectare un plus petit nombre d'arbres, mais en revanche, plus productifs. L'espacement de 25 × 25 qu'on donne aux oliviers à Sfax est encore ce qu'il y a de mieux, de plus, le terrain occupé par 16 ou 20 arbres seulement laisserait la terre libre et, dans notre île, où l'on cultive si rarement les oliviers, on pourrait, pour tirer une récolte de céréales, remuer un peu la terre et la débarrasser de toute végétation spontanée. Quoique l'on critique ce mode opératoire (de cultiver sous les oliviers), j'estime qu'il vaut mieux mal cultiver que de ne pas cultiver du tout.

L'olivier végète partout, craint l'humidité, mais désire la fraîcheur, veut une bonne terre pour donner un certain produit; avec notre sécheresse, dans un terrain sec, il reste chétif et ne se développe jamais.

Tous nos oliviers sont greffés sur sauvageons que l'on prend dans le maquis, mais nos plantations ne doivent pas remonter à plusieurs siècles, car nulle part on ne trouve des troncs bien vieux; cela tient peut-être à l'habitude de recéper les arbres trop agés que l'on doit aussi de trouver souvent 3 et 4 gros troncs réunis par la base.

Dans la Balagne, on élague tous les deux ou trois ans et l'on supprime les

gourmands qui sont toujours nombreux. Néanmoins, comme ailleurs, on ne donne jamais assez d'air à ces arbres. C'est ce qui explique les nombreux cas de rabougrissement que l'on peut remarquer.

On opère souvent une taille de rapprochement très sévère, afin de ravaler les plants, mais comme on ne diminue pas le nombre d'arbres à l'hectare, au bout de 15 à 20 ans on devrait recommencer l'opération, car tous ces oliviers s'élèvent à nouveau et les mêmes inconvénients se présentent.

On ne devra jamais se servir en sol granitique d'engrais organique pour fumer l'olivier; un fumier de ferme avec de la chaux, un compost seront les engrais préférés avec les engrais verts, mais de longtemps encore nos oliviers ne recevront pas de tels soins.

L'huile corse est un peu trop grasse, mais assez fine et douce quand on apporte quelques soins dans sa fabrication. Vu le développement de l'arbre, on ne peut récolter à la main et on se contente de ramasser à partir de novembre toutes les olives qui tombent, en négligeant ce qui est tombé en octobre, toujours piqué par le *Dacus olæ*, olives connues sous le nom de *calaci*, que l'on ne supprime jamais, et cela joint au manque de taille, explique les dégâts nombreux que donne ici la mouche de l'olivier. Dans quelques cantons, exceptionnellement, on en ramasse une grande partie à la main.

On ne porte les olives au moulin que lorsqu'on en a une certaine quantité. On les conserve jusque-là dans un bâtiment spécial où on les trie. Malheureusement on ne préserve pas toujours le tas de la fermentation et la qualité de l'huile s'en ressent. Il faut bien étendre tous les soirs la récolte et éviter tout échauffement en remuant de temps en temps les olives, en prenant garde de les blesser.

Il vaudrait mieux dans l'intérêt du producteur qu'il fasse lui-même son huile, il obtiendrait avec un petit broyeur à bras et un pressoir de force moyenne une huile excellente, car on traiterait toujours la récolte de la veille et on vendrait les résidus aux industriels.

Le gaulage des oliviers n'est pas une bonne opération, mais à la fin de la saison, on est bien obligé d'enlever le fruit de cette façon.

L'huile telle qu'on la possède n'est pas immédiatement marchande, elle doit être épurée, on procède à l'épuration de différentes façons.

1° *Par le repos*, et on décante l'huile limpide immédiatement marchande, c'est le seul procédé employé en Corse, il est bon, si on opère avec soin.

2° *Par le filtrage*, procédé plus rapide, le filtre au coton est le plus connu, on se sert de coton cardé qui a trempé pendant 24 heures dans de la soude caustique à 1 ou 2 0/0. D'autres filtres sont basés sur le pouvoir absorbant du charbon, de la tourbe, du kaolin chauffé à 200°.

3° *Par traitement chimique*, sert à opérer plus rapidement, on se sert d'alcalis ou d'acides. Pour les huiles comestibles, en ne se servira que d'acide citrique et de tannin en solution. On verse dans l'huile, on agite avec un balai en osier; au bout de 24 heures, on décante l'huile l'impide qui surnage.

La conservation de l'huile est très aisée, néanmoins ne pas conserver au delà de 24 mois. Dès lors l'huile devient forte. On préfère ici les jarres en poterie, mais la propreté laisse à désirer chez plusieurs propriétaires, bien éviter de laisser en contact avec l'air qui fait rancir.

La production des olives n'est pas très régulière en Corse, on est deux et trois ans à attendre une récolte importante; cela tient surtout au peu de soins qu'on

donne à ces beaux arbres et au nombre incalculable de maladies et parasites divers qui attaquent l'olivier.

La fumagine atteint très facilement les olivètes souffreteuses ; on ne peut songer à les asperger de jus de tabac comme les orangers pour lutter contre la cochenille, mais il faut espérer que les expériences faites à Montpellier donneront une solution et qu'on se défendra de la fumagine comme des autres maladies cryptogamiques.

Malgré la mauvaise culture, on peut compter sur une récolte de 50 à 150.000 quintaux d'huile valant de 40 à 100 francs, et cela sans que nos oliviers aient demandé aucune avance en travail ; c'est une des ressources du pays.

Aujourd'hui, on ne plante plus d'oliviers, mais on n'en arrache pas ; l'arbre est trop lent à venir et on est trop pressé de jouir pour qu'on en développe sa culture ; mais ce serait une bonne prise de possession de terrain, si tout le long de nos haies on en plantait chaque 25 à 30 mètres. Quoique cultivé à la mode du pays, c'est encore une plante qui paye largement celui qui s'occupe d'elle.

L'arboriculture est appelée à un grand avenir dans le pays ; mais tout se fera lentement car les capitaux manquent et personne ne quittera le continent pour engloutir sa fortune en Corse, et on aura raison.

Le pays en lui-même a tout ce que la nature peut donner pour être favorisée, mais n'a rien encore pour être prospère.

Son insalubrité passe au premier rang et elle est vraiment à considérer ; nos fièvres font déjà assez de victimes dans le pays pour qu'on puisse compter avec elle.

On a souvent affirmé que la culture est le moyen principal d'assainissement, mais nous plaindrons les courageux pionniers qui voudront assainir au prix de leur vie. Des travaux gigantesques d'assainissement devraient être tentés et menés sérieusement.

Il faut espérer que le Gouvernement, ému par la misère d'un pays sans industrie et sans agriculture, voudra s'occuper sérieusement de la question et la faire diriger par ses agents ; cela vaudra mieux que de confier ces travaux à des associations syndicales, surtout chez nous, où l'on a toujours peu de dépenses pour la terre.

A-t-on jamais pensé, sur le continent français, quel beau champ d'exploitation offrirait à la culture tout notre littoral assaini, avec ses terres incomparables de richesses et de fertilité accumulées?... Nos entreprises agricoles prendraient vite la tête du mouvement si, avec le travail, on leur donnait de l'eau. En Corse, pas une goutte ne devrait aller à la mer ; irrigations d'hiver et d'été deviendront des façons culturales de première nécessité.

Ce jour, la Corse attirera comme un aimant quelques-unes de ces fortunes qui longent ses côtes pour s'en aller aux colonies, voire en Tunisie, et ces braves gens qui s'expatrient n'ont jamais songé qu'à trente heures de Paris ils avaient un pays aussi neuf que l'Amérique, aussi fertile que la Basse-Égypte.

Ceux qui auront jugé superficiellement la question ne manqueront pas d'accuser l'activité et l'initiative du Corse ; mais quand le « nerf de la guerre » manque, il vaut encore mieux s'en tenir aux systèmes de culture les plus primitifs et se contenter de notre métayage et colonnage partiaire que de prendre contact avec les usuriers.

La République de Gênes et la France, au début de l'occupation, ont beaucoup édicté (1) à tort et à travers pour forcer l'agriculture à développer sa culture, mais si on prenait la peine de penser au pays, on en prenait bien moins pour exécuter ; même de nos jours, que de projets font naufrage en traversant la mer !

Aujourd'hui, nous avons un réseau de chemin de fer loin d'être agricole et complet, puisqu'il abandonne les contrées fertiles et cultivables; nous avons d'excellentes routes. Quelques-uns de nos cantons ne peuvent pas en dire autant, et nous avons des services maritimes postaux ; tous vous avez pu apprécier et leur rapidité et leur fréquence.

Il ne nous manque plus qu'une main-d'œuvre intelligente, connaissant son métier et de la bonne volonté. Mettons-nous courageusement à la besogne, et si le proverbe est vrai, « vouloir, c'est pouvoir », nous transformerons la face des choses.

Très heureux si, à la longue, sur le continent français, on se rappelle que la Corse n'est pas pour fournir seulement des soldats et des bureaucrates ; il est vrai que nous n'étions pas encore Français quand Sully disait :

« Labourage et pâturage, ces deux mamelles de la France. »

M. CORTEGGIANI

Professeur spécial d'agriculture, à Corte.

RECONSTITUTION DES VIGNES ET NOUVELLES MÉTHODES DE CULTURE

[634.63:45.9]

— Séance du 10 septembre —

Avant d'aborder l'étude de la reconstitution du vignoble, il est intéressant de connaître quelle a été l'importance des ravages causés à la branche la plus prospère de l'agriculture par le phylloxéra. L'arrondissement de Corte possédait au

(1) Édit de 1548, forçant à la plantation d'arbres sous peine d'amendes (Spinola). Arrêts de 1774 pour l'assainissement ; 1783, relatif aux essartages ; 1784, dégrevant les terres mises en culture; 1785, primes accordées aux planteurs, de 10 sols par pied plantés.

moment de l'apparition du fléau environ 2.500 hectares de vignes en plein rapport; sur cette surface, 2.100 hectares sont complètement détruits par le terrible puceron qui a fortement éprouvé la viticulture, non seulement de l'arrondissement de Corte, mais de l'île entière. L'insecte fit son apparition en Corse en 1872 sur le territoire de la commune de Corte; de là, il s'est répandu lentement dans l'arrondissement, jetant la désolation et la misère au sein d'une population viticole très laborieuse. Si on avait écouté les conseils de M. Massimi, notre distingué professeur départemental d'agriculture, on aurait certainement enrayé dès son début la marche du fléau et préservé de la destruction le vignoble de l'île. Malheureusement les efforts qu'il tenta ne furent nullement secondés par les intéressés.

A l'heure actuelle il existe encore 400 hectares de vignes indigènes attaquées par le puceron, mais offrant toujours un degré de résistance relatif. Ce sont surtout les vignobles d'Aléria et de Ghisonnaccia établis sur des terrains sablonneux qui présentent ce degré de résistance. Les vignobles des coteaux de l'arrondissement ont été les premiers à disparaître. Le jour n'est pas éloigné où il ne restera plus que des traces de l'ancien vignoble qui donnait des produits de qualité supérieure. Grâce au climat et aux bonnes variétés du pays, on avait pu obtenir en Corse les meilleurs vins de dessert assimilés aux vins d'Espagne, de Constance, de Lunel et de Frontignan. La vente des vins était très facile; non seulement la production suffisait à la consommation locale, mais la Corse exportait avant l'invasion de l'oïdium son excédent dans les ports de l'Algérie, à Nice, à Gênes, à Livourne et à Civita-Vecchia, ainsi que dans les îles qui forment l'archipel toscan. L'île ne tirait guère du continent que les vins de grands crus et de luxe.

La crise phylloxérique a amené une perturbation dans le régime économique de l'île. La Corse n'exporte plus de vin, mais elle en importe annuellement de grandes quantités du midi de la France et de l'Algérie. Il est de toute évidence que dans un pays pauvre comme l'est la Corse, le phylloxéra a produit des effets désastreux et a causé la ruine de beaucoup de propriétaires qui avaient engagé leurs capitaux et les emprunts contractés auprès du Crédit foncier dans de nouvelles plantations de vignes. Les conséquences de ces emprunts ont été désastreuses : le propriétaire, privé d'un revenu sur lequel il comptait pour faire face à ses engagements, a été obligé de subir l'expropriation dans la plupart des cas.

Un hectare de vigne en pleine production valait 5.000 francs environ; son rendement moyen était de 40 hectolitres de vin qui, vendus à raison de 35 fr. l'hectolitre, donnait un revenu brut de $32 \times 40 = 1.400$ francs, et un revenu net de 1.000 francs environ. C'est donc un revenu brut de $2.100 \times 1.400 = 2.940.000$ francs et un revenu net de 2.100.000 francs que les viticulteurs de l'arrondissement ont perdu à la suite de l'invasion phylloxérique. Les terres complantées en vignes ont subi une moins-value considérable; on achetait pour 5 à 600 francs un hectare de terrain propre à la culture de la vigne; après dix ans de plantation, cet hectare de terrain acquérait une valeur de 5.000 francs. Les 2.100 hectares de vignes détruits par le phylloxéra ont donc subi une moins-value de $(5.000 - 600) \times 2.100 = 9.240.000$ francs. Lorsque le phylloxéra aura fait disparaître la totalité du vignoble, la moins-value sera de $(5.000 - 600) \times 2.500 = 11.000.000$ de francs.

Aucune lutte n'a été engagée pour combattre l'insecte. Les insecticides et la submersion n'ont été l'objet d'aucun essai. Le viticulteur, complètement décou-

ragé, s'est croisé les bras en présence d'un ennemi aussi redoutable, et s'est contenté des insignifiantes récoltes que lui donnaient les vignes malades.

La disparition du vignoble a été une des causes principales de l'émigration des populations rurales vers les villes. La jeunesse qui partait pour le régiment ne retournait plus généralement au pays natal où les moyens d'existence ne lui étaient plus assurés ; force lui a été de chercher ailleurs une situation qui lui permît de vivre.

RECONSTITUTION DU VIGNOBLE PAR LES CÉPAGES AMÉRICAINS

On a renoncé dans l'arrondissement de Corte à la plantation des *vitis vinifera*, c'est-à-dire les cépages indigènes, parce qu'ils n'offrent aucune résistance au phylloxéra. Il a fallu donc recourir à des cépages présentant des garanties suffisantes de résistance. C'est d'Amérique qu'a été introduit en France le grand ravageur qui vit en parasite sur les vignes sauvages du Nouveau-Monde. Parmi ces variétés de *vitis*, il y en a qui sont plus résistantes que les autres aux attaques du puceron. C'est à la suite de longues expériences qu'a été fait le classement des cépages américains d'après leur cote de résistance. Grâce aux plants américains sur lesquels on a conservé les cépages français au moyen du greffage, on a sauvé la viticulture de la ruine complète.

La reconstitution du vignoble au moyen de cépages américains est une des plus belles gloires de la viticulture française. C'est grâce encore aux travaux assidus d'hommes de science et de viticulteurs émérites, auxquels la viticulture doit être reconnaissante, que les règles de la reconstitution des vignes sont vulgarisées par l'intermédiaire de livres, de brochures et de publications de toute sorte. C'est en 1881 qu'ont été faits à Corte quelques essais timides de plantations de cépages américains, parce qu'en ce moment on n'avait pas grande confiance sur la valeur de ces plants. Jusqu'en 1892 on ne planta que du Riparia dont la réputation était universelle; quelques fautes furent commises, car s'il est considéré comme le meilleur porte-greffe pour les terrains fertiles, profonds, meubles, il abdique toutes ses qualités dans les sols secs et compacts. A cette époque fut créée une pépinière départementale à Corte ; on y cultivait le Riparia, le Rupestris, le Jacquez, l'Othello ; des boutures, et des plants racinés furent distribués. On peut dire que c'est à partir de cette date qu'on est entré dans la voie de la reconstitution. Il existe actuellement dans l'arrondissement 1.034 hectares de vignes replantés avec les porte-greffes Riparia, Rupestris, et les producteurs directs Jacquez et Othello. D'une manière générale on a employé de préférence le Riparia et le Rupestris sur lesquels on a greffé les cépages du pays. Dans les nouvelles plantations on écarte d'une manière absolue les producteurs directs américains qui n'ont pas donné des résultats satisfaisants.

La nature géologique du territoire de l'arrondissement de Corte ordinairement granitique ou alluvionnaire a facilité la reconstitution des vignes. Dans quelques cantons, cependant, on trouve du calcaire; mais le sol n'en contient pas une dose suffisante pour provoquer la chlorose des cépages américains. Cette reconstitution est lente, car les capitaux font défaut surtout dans les campagnes. Il a été dit plus haut que quelques fautes ont été commises au début dans le choix des porte-greffes. Ainsi des terrains compacts et humides ont été reconstitués avec du Riparia; on n'a pas tardé à constater un dépérissement général du plant.

On a classé les porte-greffes en trois catégories principales :

1° Les américains purs : Riparia, Rupestris, Berlandieri;

2° Les hybrides américo-américains : Jacquez, Solonis et Vialla importés d'Amérique, Riparia × Rupestris, Berlandieri × Riparia, Rupestris × Berlandieri, etc., créés en France;

3° Les hybrides franco-américains, obtenus par le croisement du Vitis vinifera avec un américain pur.

Dans la reconstitution du vignoble il faut tenir compte de l'adaptation des porte-greffes au sol et de l'affinité entre les porte-greffes et les cépages-greffons.

Adaptation. — « L'adaptation, dit M. Prosper Gervais, a pour but de préciser les facultés spéciales en vertu desquelles tel porte-greffe végète admirablement dans un sol donné, alors que tel autre y languit, y dépérit ou y meurt. Elle repose tout entière sur deux facteurs essentiels : le sol, le cépage. »

Le sol agit à la fois par sa constitution physique et chimique selon qu'il est léger, souple ou compact, argileux ou siliceux ou calcaire; maigre et pauvre ou fertile; humide ou sec.

Les vignes américaines ont chacune leur système radiculaire propre; les unes ont leurs racines traçantes ou grêles, les autres les ont plongeantes ou charnues, avec des variations dans les mêmes espèces. La tige varie à son tour d'une variété à l'autre, tantôt mince, tantôt très developpée. Les vignes à racines plongeantes et à tiges volumineuses résistent mieux à la sécheresse.

Le climat, les éléments de richesse du sol, les soins culturaux doivent aussi être considérés dans l'adaptation.

On a classé aussi les terrains en terrains faciles et en terrains difficiles.

Les terrains faciles sont ceux ou viennent sans difficulté toutes les vignes américaines. Tels sont les sols à la fois siliceux, ferrugineux, profonds, souples et perméables, argilo-siliceux ou silico-argileux, légers et fertiles. Dans ces sols le Riparia est le roi des porte-greffes. Les terrains difficiles sont les terrains humides, les terrains compacts, les terrains secs, les

terrains calcaires, ceux précisément où le Riparia abdique une partie des qualités qui l'ont jusqu'ici placé hors de pair. Le viticulteur peut classer son terrain dans la catégorie des terrains faciles ou dans celle des terrains difficiles. A part les terrains alluvionnaires de la plaine et ceux situés aux bords des cours d'eau Tavignano et Golo, presque tous les terrains des coteaux de l'arrondissement peuvent être classés dans la catégorie des terrains difficiles à reconstituer.

Ils sont presque tous compacts ou secs. Les terrains compacts peuvent être secs ou humides; ils sont à dominante d'argile ou de silice. L'argile en excès constitue des sols imperméables difficiles à travailler; la silice en excès dans un sol a l'inconvénient grave de se tasser sous la pluie, de former des terres dures, difficilement pénétrables aux racines et aux instruments de culture. Les terrains compacts exigent des porte-greffes à racines grosses, charnues. C'est aux hybrides américo-américains et franco-américains que M. Prosper Gervais conseille de s'adresser pour reconstituer ces terrains :

A. — Pour les terrains compacts secs : le 106[8] (Riparia × Cordifolia-Rupestris), le Cordifolia × Rupestris, le Rupestris du Lot, le 603 (Bourrisquou × Rupestris), l'Aramon × Rupestris - Gauzin n° 2, le 142 B (Alicante-Bouschet × Cordifolia).

B. — Pour les terrains compacts humides : le 202[4] (Solonis × Cordifolia-Rupestris), les 1615 et 1616 (Solonis × Riparia), le 3306 (Riparia × Rupestris), le 601 (Bourrisquou × Rupestris), l'Aramon × Rupestris n° 1 et le 1202 (Mourvèdre × Rupestris).

Les hybrides Solonis × Cordifolia-Rupestris, n° 202[4] (Solonis × Riparia), 1615 et 1616, 1202 (Mourvèdre × Rupestris), Aramon × Rupestris n° 1, le Solonis, pourront reconstituer les sols humides où le Riparia souffre beaucoup.

La reconstitution des terrains secs est assez difficile. Ils peuvent être divisés en trois groupes : 1° les terrains caillouteux où la couche de terre végétale peu profonde, généralement pauvre et facilement perméable recouvre un sous-sol de roches dures ou de poudingues impénétrables : ce sont les terrains secs superficiels; 2° les terrains caillouteux à couche arable pauvre, aride — ou encore sèche et dure — mais variant de profondeur et reposant sur un sol de même composition ou de rochers fissurés facilement perméables aux racines : ce sont les terrains secs non superficiels; 3° les terrains siliceux, silico-argileux, argilo-siliceux, où la silice domine — formations variées de sable gréseux, sol de nature granitique, etc. — très humides en hiver et au printemps, durcissant presque subitement et avec une rapidité surprenante dès les premières chaleurs, et devenant alors extrêmement secs, d'une sécheresse d'autant plus redoutable que le sol passe presque sans transition d'une extrême humidité à une extrême sècheresse : ce sont les terrains secs compacts.

Résumant les observations ci-dessus nous aurons :

Porte-greffes des terrains secs :

Américains purs.	Américo-américains.	Franco-américains.
—	—	—
A. — Superficiels :		
Berlandieri.	Rupestris × Berlandieri . . .	603 (Bourisquou × Rupestris)
	N^os 301 A-219 A.	
	Berlandieri × Riparia n^s 420 A.	
	106^8 (Riparia × Cordifolia-Rupestris).	
	125 (Riparia × Cordifolia).	
	554-5 (Riparia × Monticola).	
B. — Non superficiels :		
Rupestris-Martin.	Rupestris du Lot.	603.
	Cordifolia × Rupestris.	
	3309 (Riparia × Rupestris) . .	Aramon × Rupestris n° 2.
	101^14 (Riparia × Rupestris) . .	33 A^1 (Cabernet × Rupestris).
C. — Compacts :		
	106^8 (Riparia × Cordifolia-Rupestris).	603.
	Cordifolia × Rupestris	142 B (Alicante B × Cordifolia).
	Rupestris du Lot.	Aramon × Rupestris n^s 2.
		33 A^1 (Cabernet × Rupestris).

La plus grande partie de la superficie du sol de l'arrondissement étant de nature granitique, c'est dans le tableau précédent que doivent être choisis presque tous les porte-greffes que l'on emploiera dans les prochaines plantations. M. Foex, lors de sa tournée en Corse, en juillet 1899, conseilla le 3306 et le 3309 (Riparia × Rupestris) de la collection de M. Couderc. Il remarqua que le Riparia et le Rupestris étaient souvent attaqués par le pourridié, champignon blanc qui attaque les racines de la vigne et des arbres fruitiers.

Lorsque le viticulteur aura fait le classement de son sol, il lui sera facile de choisir le meilleur porte-greffe approprié à son terrain. S'il néglige de sélectionner attentivement le porte-greffe, il commettra sûrement des erreurs qu'il regrettera plus tard.

Affinité. — Il faut envisager aussi la reconstitution du vignoble au point de vue de l'affinité des porte-greffes et des cépages greffons. L'affinité est cette sympathie, ce rapport intime, cette harmonie qui doit exister entre le greffon et le porte-greffe. Elle découle tout entière de l'influence réciproque qu'exercent l'un sur l'autre le greffon et le porte-greffe ; suivant le mode et la facon dont s'exercera cette influence, l'affinité sera bonne ou

mauvaise : elle est la source de la vigueur, de la fertilité, de la longévité de la plante.

Si l'on consulte attentivement les tableaux de M. Couderc, complétés par M. Prosper Gervais, résumant la tenue des divers porte-greffes nouvellement employés au regard de certains cépages-greffons des principales régions viticoles de la France, on constate que c'est avec les Riparia que les cépages français ont le moins d'affinité ; par contre leur affinité est très bonne ou bonne avec le Rupestris du Lot, l'Aramon-Rupestris n° 1 et le Riparia × Rupestris 3.309.

Puisque le Rupestris et ses hybrides sont plus vigoureux et ont plus d'affinité pour les *vitis vinifera* que le Riparia, il semble que pour reconstituer la plus grande partie des terrains de l'arrondissement et de la Corse, généralement pauvres et secs, le Rupestris du Lot, le Riparia × Rupestris 3.306 et le Riparia × Rupestris 3.309 doivent avoir la préférence, et que le Riparia ne sera employé que pour reconstituer les terrains riches, frais, meubles et profonds. Il est vrai que le Riparia se met plus tôt à fruit que les autres porte-greffes : il donne en général une demi-récolte à la deuxième année de greffage et une récolte entière à partir de la troisième année. Les hybrides Riparia × Rupestris, franco-américains et le Rupestris du Lot ne donnent une récolte normale qu'à partir de la quatrième année de greffage.

M. Castel, ancien président de la Société d'agriculture de l'Aude, fait des expériences depuis 1894 sur son domaine situé tout près de Carcassonne sur l'influence du porte-greffe sur le rendement des vignes et le titre alcoolique de leur vin.

L'Aramon greffé sur divers porte-greffes lui a donné une récolte moyenne de :

100 hectolitres à l'hectare sur le Rupestris du Lot ;
110 — — Riparia Gloire et le Grand glabre ;
120 — — Riparia × Rupestris 3.309.

Le titre alcoolique du vin obtenu était de :

10°,3 sur le Riparia × Rupestris 3.309 et sur le Riparia Gloire ;
9°,5 — Rupestris du Lot ou Rupestris *monticola*.

Le Riparia Rupestris, tout en donnant une récolte supérieure, a fourni un vin ayant le même degré alcoolique que le Riparia Gloire.

Non seulement cet hybride est bien plus vigoureux que le Riparia, mais son affinité pour les cépages greffons est meilleure que celle du Riparia. Avec le Riparia, la reprise de la greffe est plus facile qu'avec tout autre

porte-greffe, mais la soudure n'est jamais aussi parfaite que celle qui se produit entre le Rupestris ou ses hybrides avec les greffons.

Défoncement du terrain. — Il se fait généralement à bras d'homme et à une profondeur moyenne de 70 ou 80 centimètres. La charrue défonceuse ne pourrait être utilisée que dans les plaines qui se trouvent sur les bords de la mer ; le sol rocailleux des coteaux ne permet pas son emploi pour ce genre de travail ; plus les terres sont compactes, plus profond devra être pratiqué ce défoncement pour que les racines de la vigne puissent évoluer sans aucune gêne. Cette profondeur doit varier aussi avec le degré de fraîcheur du sol ; dans un terrain sec, si l'opération du défoncement est exécutée dans de mauvaises conditions, les racines des souches de vignes s'étaleront superficiellement dans les couches du sol et seront exposées à la sécheresse.

Plantation. — Il est rare que l'on emploie des plants racinés greffés soudés, on fait usage de plants racinés que l'on greffe sur place l'année suivante. Ce mode d'opérer est moins coûteux que celui qni consiste à faire usage de plants greffés soudés ; cependant s'il est plus avantageux dans les parties chaudes de l'arrondissement, il ne l'est pas dans les régions froides où la température trop basse à l'époque du greffage est souvent la cause d'insuccès.

La distance entre les plants est très variable : $1^m,12$, $1^m,25$ et $1^m,50$. Elle dépend surtout de la fertilité des terrains ; plus un sol est riche, plus la distance entre les souches doit être forte. Les trous dans lesquels on place les jeunes plants sont généralement trop profonds ; les racines ne doivent pas être placées bien loin de la surface du sol, parce qu'alors elles ne jouissent pas suffisamment des influences atmosphériques. Une profondeur de 50 à 60 centimètres est exagérée ; nous avons conseillé dans les conférences que nous avons faites dans l'arrondissement de donner à ces trous une profondeur de 30 centimètres lorsque le terrain est plat, et de 35 à 40 centimètres lorsque le terrain est en pente. En outre, nous avons insisté sur la nécessité de sélectionner rigoureusement les plants, et pour ce nous avons engagé vivement les viticulteurs à établir eux-mêmes les pépinières, par la raison que les plants que l'on achète généralement à des pépiniéristes inexpérimentés de l'arrondissement n'ont pas une grande valeur ; il ne faut utiliser que les plants vigoureux et sains dans les nouvelles plantations.

Greffage. — C'est, avons-nous dit, l'année qui suit la plantation que l'on pratique le greffage de la vigne. Si le choix du porte-greffe a une grande importance dans la reconstitution du vignoble, le cépage greffon

doit préoccuper au même titre les viticulteurs, car la quantité et la qualité du produit en dépendent. Les greffons doivent être pris sur des souches vigoureuses et fructifères avant le mouvement de la sève. On a la mauvaise habitude de les conserver pendant un mois ou deux dans des tranchées creusées en plein champ, placés ainsi ils sont exposés à moisir. Pour que les greffons soient bien conservés, il est indispensable de les stratifier dans du sable sec à l'abri de l'humidité. L'opération du greffage un peu prématurée dans les pays froids a été souvent la cause d'insuccès. D'une manière générale on pourra greffer dans les contrées chaudes en février et en mars, et en avril dans les parties où la température printanière est basse.

Taille. — C'est la forme en gobelet qui est la plus usitée ; chaque souche porte suivant sa vigueur 2, 3, 4, 5 coursous que l'on taille d'habitude à deux yeux francs. Généralement la charpente des pieds est mal formée, les bras ne sont pas suffisamment éloignés du sol et les raisins sont ainsi exposés à la pourriture pendant les années pluvieuses.

Façons culturales. — L'opération de la taille terminée, on bêche et on pioche la vigne : ensuite on place les échalas. Plus tard, en juin, on pratique un binage à la main, et peu nombreux sont ceux qui en font un deuxième au mois de juillet ou d'août. Ces opérations exécutées par des hommes seraient très coûteuses si la main-d'œuvre n'était à bon marché. Il est surprenant qu'avec la rareté des ouvriers agricoles elle ne soit pas plus élevée ; l'ouvrier vigneron de Corte ne reçoit que 2 francs ou 2 fr. 50 par jour. L'emploi de la charrue vigneronne serait très avantageux, surtout si l'on a à labourer des vignobles d'une certaine étendue. Cet instrument rendrait possible les labours que l'on pratique avant l'hiver sur le continent, surtout pour chausser les jeunes greffes qui sont ainsi moins exposées aux gelées de l'hiver et pour faciliter l'écoulement de l'eau dans les terrains humides. Lorsque ceux-ci sont en pente, ce labour doit être exécuté dans le sens de la plus grande pente ; il sert alors de drainage.

Irrigation d'été. — Les arrosages seraient d'une grande utilité en Corse où les étés sont plutôt secs qu'humides comme, par exemple, cette année où le sol n'a pas reçu de pluie depuis le mois de juin. Pendant les années de sécheresse, il est très avantageux d'arroser les vignes. M. Muntz a constaté dans les expériences qu'il a poursuivies que les arrosages augmentent la production du vin, et son acidité diminue un peu son titre alcoolique.

La moyenne des résultats des 10 parcelles de vignes arrosées et non

arrosées, dont 4 en Aramon d'une contenance de 20 hectares et 6 en Carignan, a été la suivante :

	Vignes arrosées.	Vignes non arrosées.		
Acidité totale du moût par litre, en grammes d'acide tartrique.	10,8	9,3	augmentation	1gr,5 ou 16 0/0
Moyenne de production en vin par hectare en hectolitres	65,87	52,82	—	13h,05 ou 25 0/0
Titre alcoolique.	11°,36	11°,86	diminution	0°,53 ou 4,4 0/0

La plus-value en argent, en comptant le vin à 2 francs par degré et par hectolitre, a été par hectare de 246 francs.

Les frais d'arrosage, amortissement compris	Fr. 60
Le bénéfice net par hectare.	186

Deux arrosages suffisent, l'un est donné fin juin, l'autre, commencement d'août, et il faut compter pour chacun au moins 400 mètres cubes d'eau par hectare.

Maladies de la vigne. — Les principales maladies qui sévissent ordinairement dans l'arrondissement de Corte sont l'oïdium et le mildew. Jusqu'à ces derniers temps, les viticulteurs se méfiaient du sulfate de cuivre, prétextant que cette matière était nuisible à la santé. Cette année on est entré dans la bonne voie ; les vignes ont été traitées deux ou trois fois au soufre et à la bouillie bordelaise. Les pertes supportées pendant ces dernières années par les viticulteurs de l'arrondissement ont été considérables et la qualité des vins s'en est beaucoup ressentie : des raisins malades et incomplètement mûrs ne pouvaient donner que des produits de qualité inférieure.

Production annuelle. — Elle n'a pas été considérable jusqu'à présent ; la moyenne du rendement à l'hectare a été d'environ 35 hectolitres pour les vignes américaines et de 25 hectolitres pour les vignes indigènes. Les 1.034 hectares de vignes reconstituées et en plein rapport donnent environ 35.190 hectolitres de vins et les 400 hectares de vignes indigènes environ 10.000 hectolitres. La production totale est donc de 45.190 hectolitres de vin.

Lorsque les traitements des maladies cryptogamiques de la vigne seront entrés dans la pratique courante, la production du vignoble de l'arrondissement sera bien supérieure. Des vignes bien soignées et bien traitées ont

donné un rendement de 75 hectolitres à l'hectare ; en admettant que la moyenne de production ne soit que de 50 à 60 hectolitres, les 1.034 hectares de vignes produiront environ 50 à 60.000 hectolitres de bon vin qui ne possédera pas des qualités inférieures à celles des vins de l'ancien vignoble.

Conclusions. — La reconstitution du vignoble dans l'arrondissement de Corte est en bonne voie ; elle est un peu lente par suite de l'extrême division de la propriété et du manque de capitaux chez les propriétaires. Cependant il y a progression constante.

Les résultats obtenus ont été généralement satisfaisants, sauf avec les producteurs directs américains qui n'ont pas présenté partout une résistance phylloxérique suffisante.

Le greffage sur les porte-greffes américains en devançant l'époque de maturité des variétés locales a permis la culture de la vigne dans les régions montagneuses de l'arrondissement. Tout le vignoble a été greffé avec les anciens cépages du pays qui donnent des produits de bonne qualité ; cependant on a introduit dans beaucoup de vignes quelques cépages venus du midi de la France et notamment les hybrides Bouschet. Le mélange de leurs produits avec ceux des variétés locales a donné d'excellents résultats.

Les viticulteurs de l'arrondissement ne doivent pas viser dans les nouvelles plantations à l'obtention d'une production exagérée qui aurait comme conséquence la diminution de la qualité des vins. La vente des bons vins de consommation courante sera toujours facile, celle des mauvais ou médiocres toujours difficile. Avec l'augmentation de la surface du vignoble, il y aura, certainement une diminution de l'émigration des populations rurales.

M. MASSIMI

Professeur départemental d'Agriculture à Ajaccio.

LA CRISE OLÉICOLE [634.153.1]

— Séance du 11 septembre —

Les régions oléicoles, autrefois très prospères, subissent aujourd'hui une crise intense, dont souffrent et les propriétaires et la classe ouvrière.

Dans tout le département, la vente de l'huile d'olive, pure à un prix rémunérateur, est devenue chose impossible depuis que le commerce a inondé les marchés de ses produits artificiels.

Les intéressés, par l'intermédiaire de l'Assemblée départementale, émettent chaque année des vœux demandant la répression sévère des fraudes sur les huiles d'olive.

En ce qui concerne les remèdes à appliquer, pour atténuer la crise, les divergences sont frappantes. Les uns inclinent à penser que les droits de douane sur les huiles d'olive italiennes, espagnoles et tunisiennes devraient être relevés dans des proportions suffisantes. D'autres réclament la taxation des graines oléagineuses. D'autres voudraient voir dénaturer les huiles destinées à la savonnerie et à la préparation des peaux, sous la surveillance du service des douanes. Ceux-ci demandent que les droits d'octroi à Paris sur l'huile d'olive, qui sont de 64 fr. 83 c. 0/0, soient abaissés à 42 fr. 54 c., comme pour ceux des huiles comestibles qui entrent sous cette dénomination, mais qui sont ensuite vendues comme huile d'olive et, si possible, que ces droits soient supprimés. Ceux-là proposent d'obliger tout vendeur d'huiles d'olive au détail, comme le veut la loi belge du 9 janvier 1897, « que les récipients dans lesquels les huiles comestibles seront vendues portent à la suite du mot huile et en caractères identiques à ce mot, l'indication exacte des matières premières servant à la fabrication de ces huiles (olive, sésame, coton, arachide, olive et coton, olive et sésame, etc.). Les lettres de voitures et les factures doivent porter ces mêmes indications. Les récipients porteront, en outre, le nom et l'adresse du fabricant ou du vendeur ».

Le problème à résoudre est des plus compliqués et les diverses solutions proposées mettent en présence les intérêts les plus sérieux.

Pour mettre un terme à cette situation ruineuse, il faudrait, à mon avis,

obtenir un lourd droit d'entrée sur les huiles de coton, d'arachide et de sésame qui se vendent 60 francs environ les 100 kilogrammes, qui entrent depuis longtemps, dans la proportion de 60 à 80 0/0, dans la composition des huiles d'olive, et qui sont acceptées de nos jours par le consommateur dont on a faussé le goût.

Chimiquement, ces mélanges sont très faciles à reconnaître ; le jour où une loi interdira leur vente, sous le nom d'huile d'olive vierge, les produits naturels bien préparés augmenteront de valeur.

Nos producteurs d'huile ne sont pas à l'abri de tout reproche.

Les oliviers sont abandonnés et ne donnent que de maigres récoltes, à cause du manque de soins et de l'envahissement des insectes. Point de labours, point de binages, encore moins de fumures appropriées, la taille est généralement négligée. D'un autre côté, la fabrication de l'huile n'est pas soignée. Les olives sont ramassées sur le sol quand elles sont tombées, puis mises en tas, de manière à les faire entrer en fermentation ; en cet état elles sont portées au moulin et triturées. L'huile qui est le produit de cette méthode a une odeur forte qui la rend impropre aux usages culinaires.

Pour éviter tout commencemen de fermentation préjudiciable à la qualité, à la finesse, il faudrait pouvoir traiter les olives dans les vingt-quatre heures qui suivent la cueillette et se servir de moulins bien propres. Mais dans les villages le nombre des moulins est insuffisant, il faut que chacun attende son tour.

Le propriétaire corse se trouve donc dans l'impossibilité de détriter ses olives au fur et à mesure de la cueillette. Il faut donc qu'il prenne ses dispositions pour les conserver en bon état jusqu'au moment de leur utilisation.

Le meilleur procédé que l'on pourrait conseiller consiste à les mettre par couches dans une cuve sans être piétinées et foulées, ni pourries ou altérées, et entre chaque couche on met une forte quantité de sel. Quand la cuve est remplie ainsi, on inonde le tout d'eau. Ce procédé, usité en Algérie, donne de bons résultats.

Dans nos huileries, la propreté de l'outillage laisse souvent à désirer. Le moulin, le pressoir, les cabas et les récipients de toute sorte s'imprègnent d'huile qui par le contact prolongé de l'air passe bientôt à l'état de rancidité. Si les appareils ne sont pas lavés au moment de leur emploi à l'eau bouillante et même à la potasse ou au chlorure de chaux, cette mauvaise odeur se communique à l'huile et diminue sa valeur.

Les huiles du pays, plus ou moins troubles ou rances, forment presque toujours un dépôt, parce qu'à la sortie du pressoir, elles ne sont pas purifiées. Il n'est guère possible aux petits propriétaires d'employer les procédés de l'industrie ; ils devraient se grouper, user de la coopération pour mener à bien cette opération, qui a une si grande influence sur la valeur

commerciale du produit. Il est évident que si le producteur corse peut offrir à la consommation des huiles de qualité irréprochable, la crise qui le mène à la ruine sera en partie atténuée. Ses produits pourront alors lutter avec ceux de provenance étrangère.

Je suis amené à conclure que les mesures les plus propres à relever les prix sont les suivantes :

1° Application très rigoureuse des lois existant contre la fraude.

2° Relèvement des droits de douane sur les huiles de graines.

Mais cela ne suffit pas ; il faut aussi que les propriétaires des régions oléicoles s'aident eux-mêmes, en amenant leurs oliviers à une production régulière par des soins culturaux, et en produisant des huiles de première qualité.

Il ne serait pas difficile de perfectionner la fabrication de l'huile, il le serait davantage de faire sortir la culture de l'olivier de l'ornière de routine où la tiennent obstinément la trop grande majorité des propriétaires de notre département.

M. LACOUR

Ingénieur, ancien élève de l'École Polytechnique, à Paris.

DE LA PRODUCTION DE L'AMIDON DANS LES CÉRÉALES

[581.13 : 633.2]

— Séance du 11 septembre —

Lorsque l'on coupe une tige de blé, lorsque le grain commence à se former, mais n'est encore gonflé que de liquide, et qu'on analyse l'ensemble de cette tige on y rencontre, outre les sels minéraux qui se trouveront dans le grain de blé, des matières à albuminoïdes, de la chlorophylle, un peu de sucre (très peu), de la cellulose, mais pas la moindre trace d'amidon. Cependant l'on sait que le blé coupé dans cet état, mis en gerbe et laissé à l'ombre, pourvu que le temps soit suffisamment beau, peut mûrir et donner des grains de blé contenant d'importantes quantités de matières amylacée. Il est évident que la vie végétale ne s'est pas arrêtée, que la sève a continué à circuler dans les canaux de la tige coupée et que les phénomènes vitaux persistent ; mais on peut se demander comment l'amidon prend naissance.

Si la végétation continuait à être active, on pourrait supposer que la

matière verte, décomposant l'acide carbonique de l'atmosphère, fixe le carbone et, en présence de l'eau, forme immédiatement de l'amidon; mais ayant mis des tiges de blé vert dans une atmosphère privée d'acide carbonique, j'ai vu le blé mûrir et j'ai obtenu de l'amidon. Du reste, lorsque plusieurs gerbes de blé, encore vert, sont mises en moyettes, on comprendrait difficilement que la plante puise à l'extérieur, la quantité de carbone qui entre dans l'amidon et pourtant le blé arrive à maturité.

Il y a donc lieu de supposer que la plante transforme sa propre substance pour produire l'amidon. Les liquides qui y sont enfermés ne contenant pas assez de matière carbonnée, il est probable que c'est à la cellulose qu'elle demande l'élément nécessaire.

La cellulose ne diffère de l'amidon que par la constitution d'un élément d'eau. On peut représenter la cellulose par la formule : $C^{12}H^{10}O^{10}$ et l'amidon par la formule : $C^{12}H^{9}O^{9}HO$.

Lorqu'on traite la cellulose par des acides, on la transforme en glucose. On sait aussi que la cellulose, qui forme le squelette de certains cryptogames rudimentaires, se colore par l'iode. C'est donc une sorte d'amidon; il y a donc des liens intimes entre la cellulose et l'amidon et l'on peut concevoir des états de passage de la première au second.

Rien d'étonnant, dès lors, que ce soit la cellulose de la tige qui fournisse l'amidon du blé en maturité. Mais, comment se fait cette transformation? Jadis on eut dit, sans hésiter, que c'est sous l'influence *mystérieuse* de la vie. Aujourd'hui, on ne peut se contenter d'une explication aussi simple. Il faut chercher l'élément actif. C'est une diastase qu'il faut isoler, qu'il faut faire agir sur de la cellulose chimiquement pure et qu'elle tranformera en amidon bleuissant par l'iode. Mes expériences me permettent d'affimer ce fait, quoique la méthode ne soit pas encore assez bien étudiée pour que je puisse l'exposer.

Cette question de la formation de l'amidon dans le blé n'est pas seulement théorique, elle peut avoir des conséquences pratiques sur la culture et surtout sur la récolte de cette céréale. Toutes choses égales d'ailleurs, un grain de blé bien nourri en amidon sera plus avantageux, il plaira davantage à la meunerie, donnera une farine plus blanche et, partant, un meilleur pain. Il y a donc grand intérêt à analyser le mécanisme de sa formation et à préciser les conditions dans lesquelles il se produit.

M. H. de MONTRICHER

Ingénieur civil des Mines, à Marseille.

ASSAINISSEMENT DE MARSEILLE ET FERTILISATION DES PLAINES INCULTES DE LA CRAU D'ARLES [631.112.633]

— Séance du 11 septembre —

I

GADOUES DES VILLES. — CONTINGENTS PAR HABITANT ET PAR HECTARE D'AGGLOMÉRATION

L'assainissement rationnel et intégral d'une ville, comporte comme éléments essentiels une alimentation en eau potable abondante et rigoureusement saine, et une atmosphère pure, inaltérée, exempte et à l'abri de toute émanation délétère.

A cet effet, l'eau d'alimentation doit être pure, exempte de tout élément nocif, à l'abri de toute contamination ; les eaux et matières usées et les produits du nettoiement public et privé doivent être évacués, éloignés des agglomérations, détruits ou traités de manière à être rendus inoffensifs.

La propreté de l'habitation humaine et de la voie publique, le prompt et complet enlèvement, le transport au loin ou la destruction immédiate des poussières, boues, résidus de cuisine ou de ménage, déchets de la vie de toute espèce, en un mot, de ces matières complexes, connues sous le nom de gadoues, sont des conditions de salubrité non moins essentielles que l'évacuation rapide par les égouts, sans arrêt ni stagnation, des vidanges et des eaux ménagères.

Les gadoues, dont la composition est très variable suivant les lieux et les saisons, sont fermentescibles. Elles sont collectées à l'état de gadoues vertes, et elles entrent en fermentation dans les vingt-quatre heures qui suivent leur collecte ; elles se transforment ensuite en gadoues noires en répandant des odeurs fétides. Mais après un mois de dépôt, et quelques manutentions, l'évolution due à la fermentation terminée, elles passent à l'état de terreau noir, plastique, de consistance homogène, et l'odeur qu'elles dégagent n'est plus nauséabonde.

Quoi qu'il en soit, les gadoues sont considérées comme matières dangereuses et incommodes ; leur enlèvement et leur éloignement immédiats sont mesures de première nécessité, et leur séjour ou leur accumulation dans le voisinage de lieux habités doivent être rigoureusement proscrits.

Mais l'extension croissante des villes tend à rendre les conditions de leur propreté et de leur salubrité de plus en plus difficiles et onéreuses, et les difficultés et les dépenses que comporte l'évacuation des produits de leur nettoiement, sont en raison directe de leur population et de leur surface.

Les contingents de gadoues collectées varient suivant la latitude, le climat, les saisons, et suivant l'importance et la densité de la population. A Paris, le contingent moyen est de 1 litre 37, ou de 639 grammes par jour, ou de 233 kilogrammes par an et par habitant.

La densité moyenne de la population parisienne étant de 322 par hectare, les contingents journalier et annuel des gadoues pour cette unité de surface sont de 210 kilogrammes et de 75 tonnes.

D'après ce qui précède, on peut évaluer les contingents annuels d'une grande ville à 250 kilogrammes, en chiffres ronds, par habitant, et pour une densité de population de 250 habitants, à 63 tonnes par hectare de l'agglomération.

II

EMPLOI AGRICOLE DES GADOUES. — SURFACES D'UTILISATION NÉCESSAIRE.

Les gadoues sont généralement utilisées comme engrais, ou traitées par divers procédés industriels.

La valeur des gadoues comme engrais est établie par le long usage qui en a été fait en agriculture, et il serait superflu de reproduire ici les nombreuses analyses qui ont été faites de ces matières et que nous avons publiées dans une étude précédente (1).

Nous nous bornerons à rappeler que par sa teneur en azote, en phosphates, en potasse, et accessoirement en magnésie et en chaux, cette matière est un engrais complet s'adaptant à toute culture.

A l'état brut, la gadoue verte, telle qu'elle est extraite du véhicule qui a servi à la collecter, a une valeur difficile à apprécier, tant à cause de son défaut d'homogénéité que des matières et débris inertes qui l'encombrent et qui font obstacle à son emploi direct.

On peut néanmoins considérer cette valeur, eu égard aux manipulations ultérieures que nécessite l'état du produit, comme équivalente à celle du fumier de ferme.

Mais par un triage préalable et diverses manipulations et traitements de nature à hâter la transformation de ses éléments fermentescibles, et à la rendre homogène, la gadoue acquiert une valeur notablement supérieure à celle des autres fumiers naturels (fumiers de ferme, d'écurie, etc.) autant par sa teneur en éléments fertilisants, que par l'humus qu'elle contient et par ses propriétés comme amendement.

Quoi qu'il en soit, que la valeur des gadoues soit équivalente ou supérieure à celle des fumiers d'écurie, leur emploi comme fumure comporterait une application de 20 à 25 tonnes par hectare, mais alternée par intervalles de 2 ou 3 années avec d'autres engrais organiques et minéraux.

D'après les statistiques de la ville de Paris (1895), 223.760 tonnes de gadoue ont été employées dans le département de la Seine à la fumure de 27.778 hectares, soit à raison de 8 tonnes par hectare, contingent annuel égal au tiers d'une fumure normale.

On peut donc fixer cette dernière formule comme base d'évaluation de la surface culturale nécessaire pour assurer l'écoulement des gadoues d'une ville.

(1) Assainissement de Marseille et fertilisation de la Crau. Congrès de Marseille, 1891.

Cette surface équivaudrait en moyenne à 320 mètres carrés par habitant, et (la densité de la population étant supposée de 250) à 8 hectares, par hectare de l'agglomération, ou plus simplement, à 8 fois la surface de l'agglomération.

La question des gadoues ne se posera donc réellement que dans les villes ne pouvant disposer, dans leur voisinage immédiat que d'une surface culturale inférieure à 8 fois celle de leur agglomération, ou à 3,20 0/0 de la population (en hectares).

D'après cela, si l'on considère une ville de forme sensiblement circulaire, le calcul démontre que la surface annulaire disposée autour de son périmètre, nécessaire pour utiliser la totalité de la récolte de ses gadoues, formerait une bande de terrain d'une largeur égale au diamètre de l'agglomération.

Ainsi une ville de 30, 50, 100, 200.000 habitants, mesurant 120, 200, 400, 800 hectares, nécessiterait un territoire périphérique pour l'utilisation agricole de ses gadoues de 1.240, 1.600, 2.260, 3.190 mètres de largeur.

L'évacuation des gadoues sur un terrain uniformément réparti autour de l'agglomération desservie, se ferait ainsi théoriquement par système radial, avec parcours kilométrique moyen, après collecte, égal aux trois quarts de son diamètre.

Mais cette disposition est exceptionnelle, et d'ailleurs, la surface d'utilisation, principal élément du problème, n'est pas le seul ; il faut envisager en outre la nature du sol et la topographie du terrain limitrophe disponible.

Dans le cas où celui-ci n'est pas suffisamment étendu, ou que par sa constitution ou son relief, il ne se prête pas à toutes cultures, ou qu'il soit d'un accès difficile ou onéreux, il faut recourir partiellement ou intégralement à l'expédition des gadoues par voie ferrée, ou à divers traitements mécaniques ou autres ayant pour effet la transformation ou la destruction de ces matières.

Tel est le cas des villes populeuses et de la plupart des agglomérations de plus de 100.000 habitants, soit, hormis Paris, de 13 villes françaises. Pour les villes de moindre importance la solution dépendra de diverses conditions locales; enfin pour celles de moins de 50.000 habitants, l'utilisation agricole, sur les terrains limitrophes sera, sauf exception, le traitement le plus rationnel et le plus économique.

Mais dans le cas où le transport direct, après collecte, aux lieux d'emploi, sans arrêt ni rupture de charge serait impraticable, et qu'il faudrait recourir à la formation d'un ou de plusieurs dépotoirs, la question devient plus complexe, tant au point de vue de la salubrité publique que des conditions économiques de la collecte et du transport des matières, les frais de transport, après collecte, étant d'autant plus élevés que la surface agglomérée est plus considérable.

Le seul moyen d'éviter les dépôts temporaires de gadoues, quand le terrain d'utilisation est insuffisant, est d'expédier les excédents par les voies rapides aux territoires agricoles plus lointains.

Mais les transports par chemin de fer comportent de nombreux inconvénients; il importe que le débouché soit tel que l'expédition intégrale des matières soit assurée, quoi qu'il arrive, et en toute saison ; et malgré les abaissements de tarif consentis par les Compagnies de chemins de fer, le service de l'évacuation totale par voie ferrée de tous produits du nettoiement, quels qu'en soient les contingents, et par tous les temps, est loin d'offrir une sécurité absolue.

Bien que les règlements prescrivent pour ces transports les trajets directs, les wagons transporteurs sont souvent différés en route et les matières arrivent en pleine fermentation et à l'état de gadoues noires. On a essayé de remédier à

cet inconvénient en prescrivant les déchargements dans un délai de six heures, à compter de l'heure d'arrivée du wagon en gare destinataire, mais cette prescription est généralement irréalisable dans la pratique.

En conséquence, à défaut d'utilisation agricole sur place, il serait imprudent de compter, sauf dans les cas exceptionnels, sur un emploi agricole à distance ayant pour moyen une évacuation continue par chemins de fer de la totalité des contingents journaliers de gadoues.

Ce serait alors aux municipalités à chercher à se rabattre, comme dernière ressource sur les divers procédés industriels de traitement ou de destruction des gadoues.

III

GADOUES DE PARIS. — EMPLOI AGRICOLE ET EXPÉDITION PAR VOIE FERRÉE.

La population agglomérée de Paris est de 2.500.000 habitants environ, la surface de son agglomération de 7.322 hectares et le contingent annuel des produits du nettoiement de 570.000 tonnes (1896).

Les gadoues utilisées par l'agriculture et transportées par colliers sur les territoires agricoles limitrophes montent à 368.588 tonnes, réparties sur 46.000 hectares environ (Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne) soit à raison de 8 tonnes environ par hectare.

Il reste un excédent de 200.446 tonnes, soit 35 0/0 de la récolte totale, sur lequel tonnage, 172.000 tonnes sont expédiées par chemin de fer et le surplus par la batellerie. Les expéditions par chemin de fer sont réparties comme suit : Ouest, 48 0/0; — Nord, 20 0/0; — P.-L.-M., 10 0/0 ; — Est et État, 13 0/0; — Orléans, 8 0/0.

Les gadoues expédiées de Paris par chemin de fer ou par bateau représentent donc un tonnage applicable à 25.000 hectares, constitués par de vastes plaines riches et fertiles, au milieu desquelles la Seine développe son cours sinueux; la culture maraichère avec fumure intensive, à laquelle la gadoue est particulièrement appropriée, est pratiquée dans ces terrains, sur une très vaste échelle, et des quantités considérables de gadoues y trouvent, par un concours exceptionnel de circonstances, un débouché à peu près assuré.

IV

GADOUES DE MARSEILLE. — ORGANISATION DU SERVICE DE NETTOIEMENT. UTILISATION AGRICOLE.

La population agglomérée de Marseille est de 400.000 habitants environ, répartie sur 1.650 hectares. Le contingent annuel des gadoues peut être évalué à 94.000 tonnes environ, soit à 260 tonnes par jour.

Pour utiliser ce contingent, auquel il faudrait ajouter les produits du nettoiement de 31 villages de la banlieue, représentant 50 tonnes par

jour ou 1.800 tonnes par an, une surface culturale de 14.000 hectares serait nécessaire.

Mais la ville de Marseille forme le centre d'un amphithéâtre de montagnes abruptes et escarpées qui confinent une surface de 4.000 hectares environ.

Pour évaluer cette surface, il suffit de jeter les yeux sur la carte de la ville de Marseille et de ses environs, ou encore prendre pour base le volume des concessions d'eau d'irrigation délivrées dans le territoire de Marseille et qui correspond au service d'une telle surface.

Pendant de longues années, les balayures de Marseille furent accumulées en divers points de la banlieue et livrées aux cultivateurs de la région; les excédents, grossissant d'année en année, pourrissaient sur place ou étaient jetés clandestinement dans les cours d'eau de l'Huveaune et du Jarret ou dans les égouts.

En 1885, après deux épidémies cholériques consécutives, le service du jet des gadoues à la mer fut méthodiquement organisé.

Mais outre son prix élevé, ce système présente de nombreux inconvénients ; dans des mahonnes stationnées aux abords des quartiers populeux et industriels, s'accumulent des matières putrescibles, en quantité considérable, encore accrue lorsque l'état de la mer fait obstacle à la sortie des mahonnes et prolonge leur séjour à quai ; les détritus flottants projetés en mer à peu de distance du rivage y sont ramenés le plus souvent par les vents et les courants; enfin, de notables quantités de matières fertilisantes sont perdues sans utilité pour le bien public.

La solution du problème doit être cherchée ailleurs; elle paraît désormais acquise pour les gadoues de Marseille, dans l'entreprise fondée en 1887, sur l'emploi de ces matières à la culture d'un vaste territoire, inculte jusqu'alors, situé à 70 kilomètres de la ville, et rendre accessible par un service organisé de transport par chemin de fer.

Les plaines pierreuses de la Crau d'Arles offrent à la culture une surface de 45.000 hectares dont 20.000 hectares, grâce à des étangs naturels et aux canaux d'irrigation qui la traversent, forment de verdoyantes oasis; le reste est entièrement inculte.

L'économie générale du système a pour éléments essentiels l'assainissement de Marseille et la fertilisation de la Crau.

Avant d'en entreprendre l'étude, il y a lieu tout d'abord de décrire sommairement le service municipal du nettoiement, et, au préalable, de citer, à titre comparatif, quelques chiffres empruntés au service de la voirie parisienne.

La ville de Paris compte environ 840 kilomètres linéaires de rues.

La collecte est faite par 560 véhicules qui opèrent sur 1 kilom. 500 et qui parcourent en totalité 10 kilomètres par jour, soit :

Aller à vide : 4 kilom. 500 en 2 heures.

Collecte : 1 kilom. 500 en 2 heures.

Retour chargé : 4 kilomètres en 3 heures.

(Transport de la limite de l'agglomération au lieu d'emploi non compris.)

Un itinéraire correspond à une escouade de 4 ouvriers à un attelage moyen de 2 chevaux, à une collecte de $2^t,5$ sur une longueur de 1.500 mètres, effectuée en 2 heures.

La collecte comprend donc une dépense approximative de 4 fr. 80 c. par véhicule et de 1 fr. 92 c. par tonne.

L'allée à vide et le retour chargé peuvent être évalués respectivement à 3 fr. 20 c. et à 4 fr. 20 c. par véhicule (en supposant deux ouvriers seulement). Le prix de transport de la tonne kilométrique du véhicule chargé est donc de 0 fr. 80 c.

Ce prix est évidemment connexe du parcours effectué en dehors de l'itinéraire de la collecte et croît en raison de la grandeur de l'agglomération.

Le service public du nettoiement de la commune de Marseille comprend :

1° Le service général du nettoiement;

2° Le service du nettoiement et des vidanges de la banlieue.

Ce dernier service englobe 31 villages et hameaux dont la population totale (population éparse de la commune) est de 80 à 90.000 habitants. Il donne lieu à un contingent de 50 tonnes de gadoues par jour ou de 18.000 tonnes par an facilement utilisées dans la campagne d'alentour.

Le service général comprend le balayage, la collecte et le transport des gadoues.

Le balayage est effectué par les cantonniers au nombre de 318, répartis en 4 sections, sous les ordres de 8 surveillants.

4 balayeuses mécaniques fonctionnent tous les matins de 3 à 6 heures et demie sans arrosage préalable, excepté les jours de grand vent ou le lendemain du lavage à la lance, opéré de nuit.

De 11 heures et demie du matin à 3 heures du soir, quatre autres balayeuses précédées de tonneaux d'arrosage sont en service.

La collecte et le transport aux décharges sont exécutés par 86 tombereaux de capacité de 1,50 à 4 mètres cubes, 152 hommes et 120 chevaux.

Il est fait par jour deux collectes, l'une le matin de 6 à 9 heures, l'autre le soir de 1 à 3 heures; les mêmes tombereaux parcourent donc deux fois par jour le même itinéraire.

Les voies pavées sont lavées à la lance et à grande eau deux à trois fois par semaine suivant les besoins, principalement pendant la saison d'été, et pendant l'hiver, par les temps pluvieux ou brumeux.

La dépense s'élève à :

Balayage (Régie)	Fr.	217.000
Traitements des surveillants		15.200
Matériel		8.000
Personnel		236.000
Entretien et remonte, etc		28.000
Nourriture des chevaux et litière		86.000
Locaux (écuries et remises)		7.800
Réparations et assurances		7.000
Contribution au transport hors la commune		15.000
	Fr.	620.000

Dans le périmètre desservi (agglomération urbaine) la population est de 400.000 habitants environ, le nombre de maisons de 28.000, le développement linéaire des voies publiques de 225 kilomètres; la surface de l'agglomération est de 1650 hectares et celle des voies publiques, de 200 hectares.

Le service du nettoiement à Marseille coûte donc :

Par tête d'habitant et par an, en ne considérant que la population desservie	Fr.	1 30
Par maison		22 14
Par mètre linéaire de rue		2 75
Par mètre carré de voie publique		0 31
Par tonne de gadoue		6 65

Le tonnage journalier des gadoues s'est élevé en dix ans de 221 à 276 tonnes, soit de plus de 1/50 par an, progression analogue à celle de Paris.

Le service général du nettoiement comporte la remise intégrale des produits aux gares de chemin de fer de la Joliette et du Prado aménagées à cet effet. Cependant les statistiques des expéditions par chemin de fer n'accusent que 66.000 tonnes environ par an ou 180 tonnes par jour.

Ce déchet de près de 30 0/0 est partiellement dû à la faculté que s'est réservée la ville de disposer de certains tombereaux des quartiers suburbains, mais il faut aussi l'attribuer au maraudage et aux transports irréguliers et clandestins qui, grâce à une fâcheuse tolérance de l'administration municipale, se pratiquent sur une grande échelle.

Le développement linéaire des rues étant de 225 kilomètres, et la collecte ayant lieu deux fois par jour, l'ensemble des véhicules parcourent par jour 450 kilomètres.

Le parcours total moyen de chaque véhicule, pendant la collecte, est de 5 kilom. 200 ou de 2 kilom. 600 par tournée.

La récolte journalière étant de 276 tonnes, le tombereau moyen trans-

porte 1 t. 6; il occupe 1,8 hommes et 1,4 chevaux représentant par heure 1 fr. 28 c.

La collecte porte, pour un tombereau, sur 2 kilom. 500 de voie publique et dure 2 heures et demie.

Chaque collecte reviendra donc à 3 fr. 20 c. par tombereau ou à 2 francs par tonne.

Le camionnage à vide et chargé (collecte non comprise) comprend pour chacune des deux zones les parcours moyens suivants :

1° A vide, de la remise au point moyen de la collecte (centre de gravité de la zone desservie par l'une des gares de décharge) 2 kilomètres en une heure.

2° Chargé, de ce point moyen à la gare, 1 kilomètre en une heure.

3° A vide de la gare à la remise, 2 kilomètres en une heure.

Ces parcours reviennent, d'après les données ci-dessus à 3 fr. 84 c. par tombereau et à 2 fr. 40 c. par tonne.

Le prix total de la collecte et du transport en gare est donc de 4 fr. 40 c. par tonne de gadoues, prix corroboré par les décomptes cités précédemment.

Dans le cas d'un seul point de décharge au lieu de deux, on peut admettre que les prix ci-dessus seraient majorés du transport calculé sur la différence entre la distance moyenne des centres de gravité de chaque zone à la décharge correspondante d'une part, et la distance du centre de gravité de l'agglomération entière à la décharge unique.

Si cette décharge était constituée par l'une des deux gares de la Joliette et du Prado, la majoration devrait porter sur un transport moyen supplémentaire de un kilomètre et serait évalué à 0 fr. 80 c. par tonne.

Dans le cas d'une décharge située dans la banlieue de Marseille, en vue de l'utilisation agricole des gadoues ou de son traitement industriel, la majoration devrait être calculée d'après l'excédent de la distance entre le centre de gravité de l'agglomération et le point considéré sur la distance moyenne du centre de gravité de chaque zone à sa décharge primitive.

En raison de la topographie de la campagne marseillaise et de la surface d'utilisation nécessaire, évaluée d'après nos calculs précédents à 14.000 hectares, cette distance en excédent correspondrait à une majoration de prix de la tonne de gadoue de 3 fr. 20 c. en moyenne et de 1 fr. 60 c. au minimum.

Les évaluations qui précèdent servent à démontrer l'économie générale du système du transport de la totalité des gadoues de Marseille au centre de la surface culturale de la Crau d'Arles.

Pour que le système fût économique, il suffisait que le prix de transport par chemin de fer ne fût pas supérieur à la majoration de prix nécessité par le transport à une décharge unique, quels que fussent la destination ou le traitement ultérieur de la matière.

Cette majoration est sensiblement égale à 1 fr. 60 c. dans les conditions les plus favorables ; ce prix devait donc servir de base du tarif à adopter pour le transport direct des matières de chaque gare spéciale d'expédition au lieu d'emploi, sans arrêt ni rupture de charge.

V

GARE D'EXPÉDITION DE LA JOLIETTE ET DU PRADO. — EMBRANCHEMENT PARTICULIER.

Le voisinage de la Crau d'Arles facilite donc singulièrement pour la ville de Marseille la solution du problème des gadoues, en réalisant, avec le concours de la Compagnie du chemin de fer P.-L.-M., l'assainissement de la ville, et, l'emploi facile, économique, des produits de cet assainissement.

Les gadoues sont amenées, matin et soir, par les tombereaux des services publics aux gares de la Joliette et du Prado, établies à une distance moyenne de un kilomètre environ des centres de gravité des zones desservies, et elles sont chargées en wagon sur des emplacement spéciaux séparés des quais et voies affectés aux marchandises ordinaires.

Les quais spéciaux construits aux gares de la Joliette et du Prado ont une hauteur de $2^{m},40$ au-dessus du rail, suffisante pour permettre aux tombereaux de la voirie de déverser leur contenu dans les wagons, en reculant jusqu'au bord du quai, et en faisant bascule, les roues étant arrêtées par un rail appliqué à plat le long de l'arête du quai, le patin à l'extérieur.

Les véhicules employés sont les wagons ordinaires à houille de la Compagnie P.-L.-M.

Pour faciliter le chargement, on place entre le quai et les wagons de petits plans inclinés en bois, munis de crochets qui s'adaptent au patin du rail formant la bordure du quai,

La largeur des quais est de 12 mètres, et leur longueur de 70 et de 100 mètres ; plusieurs tombereaux peuvent facilement évoluer sur les plates-formes, condition nécessaire, le plus grand nombre de tombereaux se présentant à la fois.

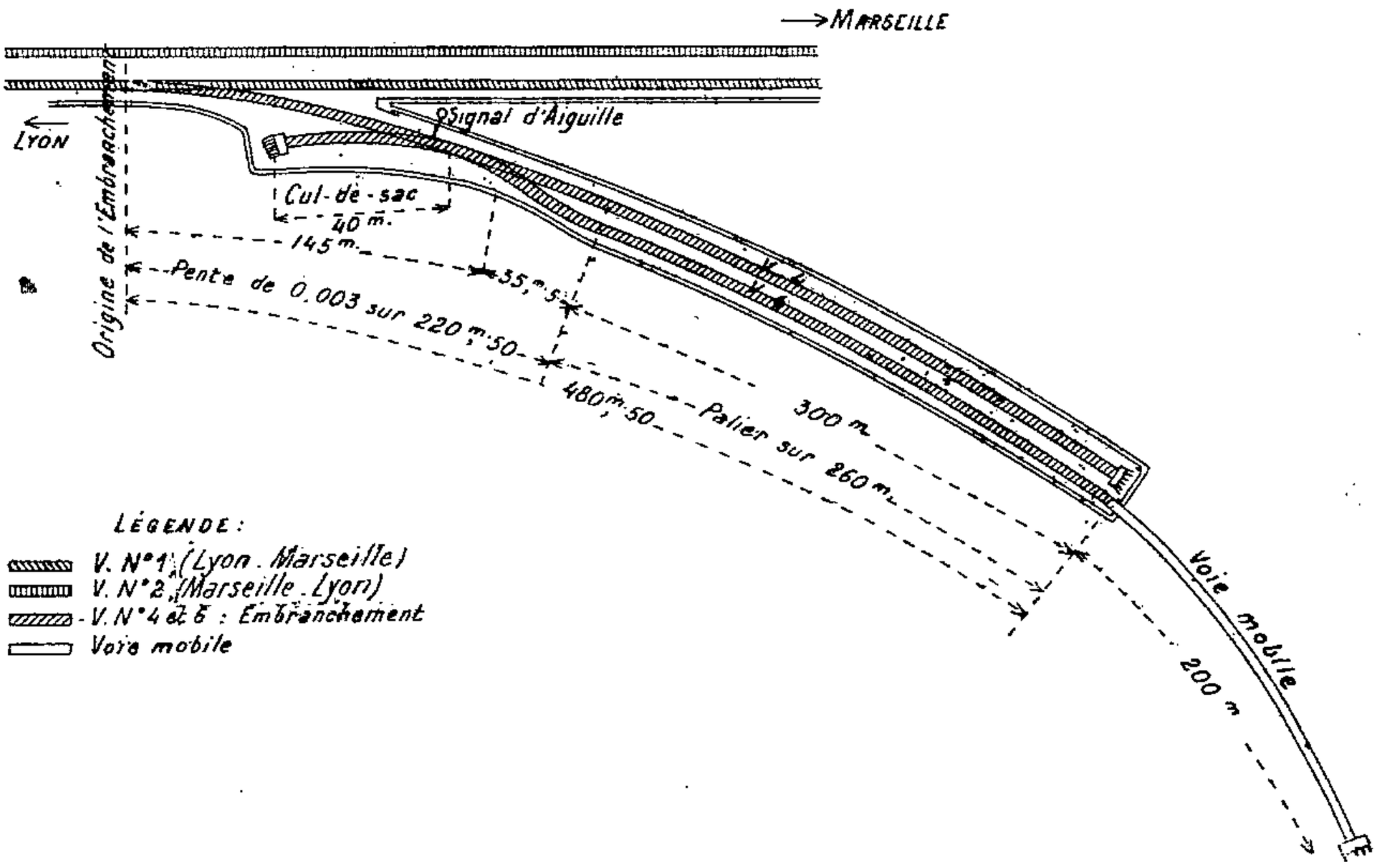
On peut charger en même temps de 10 à 15 wagons alignés.

Les deux coupons de wagons, formant ensemble un poids utile de 200 tonnes au minimum, sont soudés à la première gare commune, et conduits directement 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, doivent arriver à destination dès l'aube ; ils sont immédiatement déchargés, et leur contenu est entassé en cordons le long des voies de l'embranchement qui relie le domaine de l'exploitation agricole à la ligne de chemin de fer de Paris à Marseille, à mi-distance environ des gares de Saint-Martin et d'Entressen.

L'embranchement particulier, point terminus des trains spéciaux de gadoues, formés par les wagons expédiés des gares de la Joliette et du Prado, relie la ligne principale du chemin de fer au domaine de Baussenc, centre des exploitations industrielles et agricoles de l'entreprise.



Cet emplacement auquel les wagons, chargés quelques heures auparavant, aboutissent directement, est, comme nous l'avons établi plus haut, plus économiquement accessible qu'un point quelconque du territoire agricole de la campagne marseillaise.

L'embranchement s'aiguille sur la voie montante et se bifurque à 150 mètres du point de soudure en deux voies parallèles, pour faciliter l'échange des wagons vides et chargés.

La machine du train transporteur, par une simple manœuvre de gare, refoule les wagons chargés en provenance de Marseille, sur la voie libre, revient sur ses pas, s'attèle en tête des wagons vides déchargés de la veille, les ramène en tête du train resté sur la voie principale et se remet en marche dans la direction d'Arles.

Les gadoues sont déchargées à la fourche et forment, le long de la double voie de l'embranchement, deux buttes parallèles. Toutefois, pour éviter un développement exagéré de voies ferrées, on a prolongé l'une de celles-ci par une voie volante, sans ballast. Le déchargement se fait à la fourche

d'un côté seulement de la voie, laissant l'autre libre ; à mesure que le dépôt se forme et s'agrandit, la voie est déplacée progressivement du côté libre par un simple ripage au levier, exécuté au commandement par une escouade de six hommes. La voie volante, ainsi déplacée, forme avec le prolongement de la direction de la voie fixe à laquelle elle est insérée un angle de plus en plus grand. Lorsque les gadoues entassées en forme de vaste triangle sont successivement enlevées pour être employées ou réexpédiées, la voie mobile est finalement rendue à son emplacement primitif par des ripages en sens inverse. Tous ces mouvements se font avec aisance et facilité, le sol qui sert de support aux voies ferrées fixes ou mobiles étant nu et parfaitement nivelé.

Les matières déchargées sont triées à la main, passées à la claie et soumises à divers procédés mécaniques analogues au blutage et au bocardage; les produits du triage sont épandus, et après prélèvement des résidus utiles, verres, fers blancs, chiffons, etc., sont employés au ballastage des voies ou à l'empierrement des routes.

Les gadoues ainsi traitées, fermentées et manutentionnées, transformées en terreau humifère d'aspect noirâtre et plastique, sont expédiées par voies portatives Decauville, en diverses directions. Ce matériel mobile et léger, rayonnant en tous sens, forme, sur l'immense plaine unie, le deuxième réseau, le premier étant constitué par les voies de la grande ligne et de l'embranchement.

VI

LA CRAU. — SON SOL ET SES CULTURES.

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, au niveau de la mer, suivant une ligne orientée du nord-ouest au sud-est, sur 22 kilomètres de longueur du Mas-Thibert à Fos.

Cette vaste étendue de terrain aride, fauve et uniforme, a l'aspect désolé d'un désert, aux solitudes indéfinies ; les phénomènes de mirage s'y révèlent, dès que le soleil surchauffe le sol dénudé.

Toute la surface de la Crau est uniformément recouverte d'une couche continue de cailloux roulés. Parmi les galets qui la composent, prédominent les quartzites, les protogynes des Alpes, les euphotides et surtout les variolithes, roches éruptives serpentineuses qui caractérisent le massif du mont Genevie, où la Durance prend sa source.

Robert de Lamanon, savant provençal du XVIII^{e} siècle, fut le premier à attribuer à la Durance la formation de la Crau.

Avant lui, Buffon avait conçu la Crau comme provenant du refoulement d'une plage marine; de Saussure en faisait une dépendance du Rhône, à l'époque glaciaire; et plus récemment, Coquand, professeur de géologie à la Faculté des sciences de Marseille soutint la même hypothèse.

A l'époque actuelle, les travaux entrepris sur toute la surface de la Crau ne laissent aucun doute sur son origine et son mode de formation.

Le col de Lamanon, distant de 31 kilomètres du canal d'Arles à Bouc, base du triangle dont il occupe le sommet, forme entre les chaînes des Alpines à l'ouest et de la Trevaresse à l'est, un passage étroit ouvert sur la vallée de la Durance, dont le cours se développe, en amont, suivant l'axe de cette brèche, tandis qu'en aval, il s'infléchit brusquement à droite. Cette rivière, suivant une direction sensiblement rectiligne, se déversait directement à la mer par la découpure formée par le col, pendant les époques pliocène et quaternaire; et il est à remarquer que c'est par la même voie naturelle que les diverses dérivations de la Durance pénètrent dans la Crau et se répartissent sur sa surface.

Le dépôt de la Durance est de même âge et de même nature que les alluvions des plateaux qui forment les terrasses supérieures de nos vallées actuelles; sa formation est un phénomène corrélatif de l'immense extension des cours d'eau de l'époque glaciaire.

Malgré son aspect de plaine horizontale, la Crau affecte la forme d'un talus offrant une pente sensiblement constante de $0^{m},003$ par mètre, qu'explique et qui corrobore son mode de formation.

La carte de ce territoire dressée avec courbes de niveau de deux en deux mètres (1) rend particulièrement sensible la forme du cône de déjection dont les directrices, figurées par ces courbes, se suivent du sommet à la base, parallèles et légèrement ondulées, sauf en deux dépressions profondes formées par de larges ouvertures semblables à des cratères, escarpées en amont, en 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 confirme son origine. La terre argileuse (14 0/0 d'argile coagulable) et silico-ferrugineuse, rubéfiée par oxydation, et presque dépourvue de calcaire, est mélangée à des cailloux roulés répandus à sa surface, ou enfouis dans son épaisseur, dans une proportion de moitié du volume total. La hauteur moyenne de la couche de terre meuble est de $0^{m},30$ à $0^{m},40$; lorsqu'elle atteint $0^{m},70$ à $0^{m},75$, il s'est formé des oasis comme ceux d'Entressen, de Deseaume, de Saint-Martin de Crau, etc.

Au dessous de ce sol de Crau est un poudingue très dur, d'une épaisseur moyenne de $0^{m},60$ environ, mais assez variable, formé par les mêmes

(1) Voir *C. R. de l'Ass. fr. pour l'av. des Sc.* — T. XX. pl. VI.

cailloux roulés, agglutinés par une gangue calcaire. Lorsque le poudingue affleure près de la surface, la végétation naturelle disparaît, et on observe des espaces nus, où les gros galets sont plus rares et remplacés par des graviers menus.

Sous le poudingue, s'étagent, sur une épaisseur de 10 à 15 mètres, les cailloux roulés de même nature que ceux de la surface, mélangés à des sables calcaires. L'épaisseur de tout le système atteint 20 mètres environ dans la Haute-Crau, vers Lamanon, tandis qu'en aval, dans le voisinage de la mer, sous les marais, elle se réduit jusqu'à disparaître.

Le poudingue a été formé par les infiltrations lentes des eaux pluviales et de ruissellement, tenant en dissolution de l'acide carbonique. Ces caux, en l'absence de toute végétation, dissolvèrent peu à peu le calcaire constitué dans la couche supérieure du sol par les alluvions crétacées mélangées aux cailloux, et entraînèrent dans le sous-sol la chaux qui se déposa. La couche inférieure de cailloux, ainsi imprégnée, se trouve entourée d'un ciment calcaire qui se durcit graduellement, durant les étés, à mesure que les eaux s'évaporaient.

Sous l'influence de la chaleur, du mistral et des pluies, alternant avec de longues périodes de sécheresse, la migration des principes solubles dans le sous-sol et leur précipitation produisit cette couche épaisse et compacte de poudingue inattaquable au pic, et qu'on ne peut défoncer qu'à coup de mine ou de dynamite.

Ces mêmes réactions s'accomplissent, d'ailleurs, à l'époque actuelle ; on peut voir dans les caissons d'emprunt ou excavations creusées le long du chemin de fer pour l'extraction du ballast ou l'évacuation des eaux superficielles, se former des concrétions calcaires dans les interstices des galets accumulés au-dessous du poudingue, par lesquelles s'égouttent les infiltrations de la surface.

Tout le système repose sur une couche épaisse de molasse marine (Helvétien) et d'argile compacte, appartenant à la formation miocène, et qui constitue, au-dessous de la masse de cailloux, un banc puissant presque entièrement imperméable.

Cette assise vient affleurer en divers points de la plaine et notamment près d'Entressen ; ses soulèvements limitent la Crau à l'est en formant les côteaux de Lamanon à Miramas et à Fos. Vers le nord, le long des Alpines, elle disparaît pour faire place aux formations crétacées et jurassiques plus anciennes. Vers le bas de la plaine, le long du canal d'Arles à Bouc et de la mer, les cailloux font place à des dépôts tourbeux et limoneux, formés par des alluvions du Rhône analogues à celles du plan du Bourg et du delta de la Camargue.

Au nord-ouest, en contre-bas et séparés par une pente abrupte s'étendent les marais desséchés d'Arles et des Baux. Ce talus d'érosion, ou coustière,

est creusé par le courant du Rhône sur les bords du cône de déjection de la Durance. Il longe les marais et s'abaisse graduellement vers le sud jusqu'à Fos.

A l'ouest de la Camargue, la coustière de Saint-Gilles n'est autre qu'un delta torrentiel du Rhône du même âge que la Crau, avec galets et quartzites d'origine alpestre; des traces de cette même formation se retrouveraient à Arles et à Saint-Martin-de-Crau.

Une nappe aquifère continue baigne sur une épaisseur variable les graviers supportés par la couche imperméable de molasse marine. Elle forme les étangs de Deseaume et d'Entressen, qu'elle maintient à un niveau sensiblement constant, et alimente, à une profondeur variable, suivant leur distance au sommet du cône de déjection, les nombreux puits de la Crau. Vers la base du cône, la nappe liquide donne naissance à des « laurons » qui sourdent dans les marais.

Les eaux qui la constituent proviennent, du moins partiellement, des infiltrations de la Durance qui se frayent un passage à travers le sous-sol de la brèche ou de l'isthme de Lamanon, grossies par les eaux météoriques, et en été, par les colatures des irrigations.

En général, cette réserve d'eau est à une profondeur trop considérable, surtout dans la Haute-Crau, pour qu'elle soit utilisée économiquement pour les irrigations. Dans la Basse-Crau, où le niveau de la nappe est à 4 mètres de profondeur environ, un service de pompes à vapeur a été organisé, dans quelques exploitations agricoles, pour puiser dans des tranchées peu profondes, l'eau destinée aux irrigations.

D'ordinaire les eaux météoriques et de ruissellement sont vite absorbées dans le sous-sol de la Crau, et gagnent par les interstices des graviers et des fissures du poudingue la nappe souterraine. Mais, par contre, par des pluies abondantes et continues, la couche aquifère grossit jusqu'à émergence, et les eaux envahissent la plaine; elles ne peuvent s'étancher qu'à la longue, par évaporation et écoulement sur la faible pente des assises imperméables sous-jacentes, et il suffit d'une ondée survenant à court intervalle pour que les eaux, incomplètement écoulées, reparaissent en flaques larges et nombreuses.

La Crau n'est donc, par sa constitution physique et géologique, que peu favorable au développement de la végétation; de maigres herbages, quoique odorants et substantiels, couvrent la surface de l'immense plaine et servent de pâture aux bêtes à laine. Aussi de toute antiquité, les cous-souls (*consortium*, terre de parcours libre), ou surfaces incultes de la Crau, ont été livrés à l'industrie pastorale. Mais cette végétation tendre et savoureuse, si appréciée des moutons, sèche et s'arrête à la première apparition des chaleurs, et vers le commencement de juin, les troupeaux transhument dans les vallées alpestres pour ne revenir qu'aux premiers froids. La

dépaissance comporte en Crau un revenu annuel de 5 à 7 francs par hectare.

Pour rendre la Crau apte aux cultures, la première condition doit consister à modifier la perméabilité de son sol, de manière à retenir tout à la fois les eaux dans la couche culturale superficielle, et à prévenir leur accumulation dans la profondeur, en un mot à lui faire subir un colmatage spécial.

Les premiers essais d'appropriation de la Crau par irrigations et colmatage datent du XVI[e] siècle; les branches du canal de Craponne, de Salon et d'Arles, terminées en 1554 et 1581, et celles des Alpines, en 1773, ont conquis à l'agriculture 20 à 25.000 hectares.

Mais le colmatage par irrigations seules à raison de 15 à 20.000 mètres cubes d'eau par hectare et par an, même en temps de crues limoneuses, ne s'effectue que lentement, et à des conditions financières irréalisables,

L'emploi judicieusement combiné des irrigations par les eaux de la Durance et des fumures par les engrais formés par les gadoues de Marseille, provoque économiquement et en peu d'années, le feutrage du sol de la Crau; il transforme le coussoul inculte en incorporant au sol, outre les éléments constitués de l'engrais, l'humus ou matière noire, riche en carbone, 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, constituant ainsi le vrai laboratoire de la nourriture et de l'assimilation végétale.

Tout agent fertilisant, tout engrais qui ne produirait pas cet élément indispensable n'exercerait sur le sol de la Crau aucune action sensible.

De toutes les cultures, la plus répandue en Crau est celle des prairies.

Elles ont pour support un feutrage épais constitué par les limons des irrigations poursuivies pendant de longues périodes d'années — tel le territoire tributaire du canal tricentenaire de Craponne — ou par couches de gadoues terreautées mélangées à la terre végétale superficielle. Établies par planches de longueur indéfinie, et d'une largeur de 70 à 80 mètres, elles sont protégées contre les vents régnants, et en particulier contre le violent et desséchant mistral, par des rideaux de cyprès orientés de manière à briser les grands courants aériens.

Les prairies de légumineuses servent de point de départ aux prairies de graminées. Sous l'influence de l'azote des fumiers de gadoues, les légumineuses disparaissent en quatre ou cinq ans, et font place aux graminées dont les récoltes sont plus rémunératrices.

Les vignes américaines trouvent dans le sol siliceux de la Crau, sous un soleil radieux et une atmosphère pure et changeante un milieu favorable à leur développement; les maladies cryptogamiques y sont peu

répandues, et la chlorose, si fréquente en sols calcaires y est inconnue. Les rendements ne dépassent guère 30 hectolitres à l'hectare, mais les vins sont de qualité supérieure.

Dans les parties de la Crau qui confinent aux pentes de Salon-Miramas-Istres, existent d'abondantes plantations d'amandiers.

Enfin le mouvement agricole considérable produit par l'entreprise des gadoues de Marseille a récemment donné naissance à deux nouvelles cultures, les truffes et les primeurs.

L'étude chimique du sol de la Crau, modifié par les irrigations et l'apport limoneux qui en résulte, a fait reconnaître que parmi les éléments nécessaires aux cultures de la Crau, la potasse est très suffisamment fournie par le sol et les limons de la Durance.

La chaux et la magnésie manquent dans les terres, mais sont apportés également en abondance par les eaux de la Durance et les limons.

Quant à l'azote et à l'acide phosphorique, ces deux agents indispensables de toute culture, le sol de la Crau n'en contient que de faibles quantités; l'eau d'irrigation n'en fournit que des contingents très réduits, les limons en font un apport plus sensible, mais d'assimilation lente.

Les fumures de Crau doivent donc fournir des contingents élevés d'azote et d'acide phosphorique, éléments que les gadoues de Marseille contiennent à haute dose.

L'utilisation agricole des gadoues dans le territoire de la Crau d'Arles, a conquis à la culture, depuis la fondation de ce service en 1887, plus de 4.000 hectares de terrain pierreux et inculte.

Le dépôt des gadoues destiné à entretenir le terrain conquis et à le développer, ainsi qu'à fournir la fumure de tout le territoire est situé à plus de 5 kilomètres de toute agglomération.

En résumé, l'engrais qui contribue le plus efficacement et économiquement à la transformation du coussoul inculte et siliceux de la Crau en sol cultural est celui que fournissent les gadoues de Marseille, dont les contingents expédiés par chemin de fer, à un tarif inférieur à celui de leur transport dans la banlieue de cette ville, suffisent à l'entretien de 12.000 hectares de culture.

D'autre part, le seul exutoire suffisant, rapide, continu, sûr et économique des produits du nettoiement de Marseille est constitué par le territoire de la Crau d'Arles.

Le système satisfait donc pleinement aux conditions essentielles de l'économie et de l'hygiène, et peut se plier en outre aux évolutions du progrès de procédés industriels nouveaux.

L'usine de transformation des matières serait dans ce cas établie en Crau sur l'emplacement du dépôt actuel, relié au chemin de fer.

Cet établissement présentant aux points de vue des transports, de la

salubrité et de son développement ultérieur, plus d'avantages et de sécurité matériels que tout autre situé dans le voisinage de Marseille, deviendrait le centre de production industriel et agricole le plus important de la région.

M. MASSIMI

Professeur départemental d'agriculture, à Ajaccio.

COMMUNICATION SUR LE PARCOURS ET LA VAINE PATURE

— Séance du 11 septembre —

On est convenu d'appeler parcours la faculté que possèdent les communes voisines d'envoyer réciproquement leurs troupeaux sur leurs territoires respectifs, et vaine pâture la faculté pour tous les habitants d'une même commune de faire pacager les bestiaux sur les terres vagues et même sur les champs cultivés après l'enlèvement des récoltes.

Le droit de parcours, qui puisait son origine dans les âges féodaux, avait été, bien avant 1789, condamné comme contraire au droit commun. Quant au droit de vaine pâture, il a paru tellement respectable que personne ne pouvait clore ses domaines, et ce privilège ne fut accordé que par un édit de 1669.

Mais à mesure que la culture augmentait ses conquêtes avec le développement de la propriété, le droit de pacage en toute liberté alla se restreignant de plus en plus. Étendu d'abord à tous les lieux et à tous les temps, comme à tous les habitants pour toute espèce de bestiaux, ce droit a été successivement limité de différentes manières, et aujourd'hui, grâce à la réglementation de 1791 et aux progrès sans cesse croissants de l'agriculture, il tend à reculer tous les jours vers les lieux montagneux et infertiles.

La loi de 1791 ne s'est pas contentée de supprimer, en tant que droit, le parcours et la vaine pâture quand ils n'étaient pas fondés sur une possession immémoriale ; elle a aussi consacré les restrictions introduites par les coutumes locales et appliqué à toute la France celles de ces restrictions qui paraissaient les plus justifiées par les progrès de la culture réalisés jusque-là.

Ainsi donc, la loi de 1791, généralisant des mesures qui, sous la monar-

chie, avaient été édictées pour quelques provinces seulement, supprime le parcours et la vaine pâture sur les prairies artificielles en tout temps et sur les prairies naturelles avant que la première coupe ait été faite, posant en principe : que toutes les terres cultivées ou couvertes d'une production quelconque sont interdites, avant la récolte, au parcours et à la vaine pâture.

Dans le département de la Corse, la vaine pâture avait été supprimée, en droit, dès 1791. En 1854, elle a été l'objet d'une loi spéciale qui limite à un an, avec faculté de prorogation de six ans, le délai après lequel la vaine pâture sera définitivement abolie.

Ce délai était accordé par des arrêtés du préfet rendus en Conseil de préfecture, quelquefois d'office et souvent sur la demande des Conseils municipaux. En vertu de la même loi, le parcours était absolument supprimé.

Il résulte de ce rapide exposé que le législateur n'a jamais cessé, depuis un siècle, de s'occuper de la question du parcours et de la vaine pâture qui intéresse à un si haut degré la prospérité agricole du pays. Toutes les fois qu'il a eu à formuler sa volonté, il s'est prononcé pour la suppression d'un abus qui était un reste de l'ancien système de la communauté des biens. Néanmoins, il a reconnu la nécessité de ne procéder à cette réforme que graduellement, en tâchant de concilier les exigences de l'industrie agricole avec les intérêts des communes rurales, en accordant enfin des sursis à l'application de la loi, et le délai nécessaire pour atténuer l'effet des mesures générales.

Aux termes de l'article 2 de la loi du 22 juin 1890, le maintien de droit de vaine pâture pourra être réclamé au profit d'une commune ou d'une section de commune, soit par une délibération du Conseil municipal, soit par une requête adressée au nom des ayants droit à M. le Préfet.

En se référant au rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner la proposition de loi ayant pour but de modifier le titre II du Code rural (vaine pâture), ainsi qu'à la discussion qui a précédé le vote de la loi, on est obligé de reconnaître que les dispositions de l'article susvisé ne sont pas applicables à la Corse.

En effet, le rapporteur s'exprime de la manière suivante :

« La proposition de loi, votée le 27 février dernier par la Chambre des députés et sur laquelle vous avez à délibérer, a pour objet de lever, en ce qui touche les prairies naturelles, cette interdiction absolue de la vaine pâture.

» Si vous l'adoptez, la vaine pâture sur les prairies naturelles non closes, abolie en principe, pourra cependant être maintenue dans les communes où ce maintien sera réclamé et accepté, soit par l'accord du Conseil municipal et du Conseil général, soit, en cas de divergence, par

décret rendu en Conseil d'État. Le tout conformément aux prescriptions des articles 2 et 3 de la loi du 9 juillet 1889.

» Tout d'abord, il est essentiel de constater que le maintien de la vaine pâture, dans ces formes et conditions, exclut toute idée d'extension du droit. Sur toute l'étendue du territoire, les fonds qui en étaient exempts avant la loi de 1889 ne pourront jamais se la voir poser. Sur la demande de notre honorable collègue, M. de Casabianca, nous mentionnons spécialement qu'en ce qui touche la Corse, où la vaine pâture a été abolie par la loi des 22-26 juin 1854, le régime institué par cette loi continuera à subsister. »

On trouve, d'autre part, dans la discussion le passage suivant :

« Ainsi, par exemple, pour le département de la Corse, est intervenue en 1854, une loi spéciale abolissant sous certaines conditions, le droit de vaine pâture dans l'île, et je ne sais pas si l'honorable M. Xavier Blanc a bien eu raison de chercher une assimilation entre le département de la Corse et nos départements continentaux. Il s'agissait là d'un droit de vaine pâture, exercé dans des conditions exceptionnelles ; plus de 125.000 chèvres, si je me rappelle le chiffre du rapport de M. de Casabianca, parcouraient l'île d'un bout à l'autre, en toute saison ; il y avait aussi le danger que cette vaine pâture favorisât certaines habitudes irrégulières, particulièrement propres aux mœurs de la Corse. C'est pourquoi, en 1854, on a proposé et adopté une loi spéciale pour la Corse et je crois qu'on a bien fait.

» Aussi, à la sollicitation de notre honorable collègue M. de Casabianca, qui fait partie de la Commission, le département de la Corse ne pourrait jamais se voir imposer ce droit de vaine pâture que la loi de 1854 lui a enlevé. »

Malgré les dispositions formelles de la loi, la vaine pâture continue à exister en Corse au plus grand préjudice de l'agriculture, témoin les plaintes aussi légitimes que nombreuses des cultivateurs dignes de ce nom, des sociétés d'agriculture, de tous ceux enfin qui comprennent que le libre parcours du bétail est un des plus grands obstacles à toute amélioration culturale réelle et ne permet en aucune sorte l'application des assolements puissamment fructueux.

Dans la zone maritime s'étendent à perte de vue de vastes pâturages que l'on pourrait certainement mieux utiliser, si cette région n'était pas infestée par le bétail nomade. Conquis à l'agriculture, ce sol fertile ne ferait pas seulement la richesse du pays, mais il serait assaini et les cultivateurs n'auraient plus à redouter ces fièvres paludéennes qui sont si meurtrières à l'époque des grandes chaleurs.

Le sol du littoral se prête, en effet, à toutes les cultures propres aux contrées tropicales. Les céréales, les plantes fourragères, la vigne, l'olivier, l'oranger, le cédratier, tout y réussit pleinement. Malgré toutes ces res-

sources et tous ces avantages naturels, l'agriculture n'a pas encore atteint tout le développement dont elle est susceptible. C'est encore à la vaine pâture qu'est dû l'état stationnaire de notre industrie agricole, car une pareille servitude paralyse tout effort, enlève au propriétaire toute envie d'améliorer ses procédés culturaux. Il est donc urgent pour les contrées du littoral de porter un remède à une situation qui fait de la Corse un des départements les plus arriérés, alors qu'il possède des éléments de fécondité aussi nombreux que variés, en veillant à la stricte exécution de la loi.

Dans la région montagneuse, la situation semble pouvoir admettre quelque tempérament. Grâce à la vaine pâture, tous les habitants, même ceux qui ne possèdent pas la moindre parcelle de terre, peuvent y élever des animaux. Privées de cette faculté, de nombreuses populations auraient de la peine à vivre sur les lieux élevés et presque stériles qu'elles habitent.

Il est permis d'espérer que ce fâcheux état de choses prendra fin par l'introduction de nouvelles cultures plus rémunératrices qui amélioreront la situation des propriétaires en même temps que le sort des ouvriers ruraux. Mais en attendant, il paraît nécessaire de continuer à y tolérer la vaine pâture en la limitant graduellement jusqu'à parvenir à la suppression complète et au cantonnement des chèvres dans les parties alpestres.

M. BOYER

Ingénieur-Agronome I. N. A.
Professeur spécial d'Agriculture, à Sartène.

LA MALARIA ET L'ASSAINISSEMENT DU LITTORAL CORSE

[616.936:45.9]

— Séance du 13 septembre —

Les récentes découvertes sur le mode de transmission de la malaria à l'homme donnent un intérêt particulier d'actualité à cette importante question de l'assainissement du littoral qui a, de tout temps, si vivement préoccupé les Corses et reste plus intimement liée que jamais au développement de l'agriculture insulaire.

Causes de la malaria. — A l'ancienne théorie de l'infection paludéenne par les miasmes résultant de la putréfaction des matières organiques et les

vapeurs froides et humides des terrains bas et inondés, la belle découverte de Laveran (1) a opposé un parasite animal (hématozoaire), qui se développe dans le sang des paludéens aux dépens des globules rouges et qu'on n'a pu réussir, jusqu'à présent, à inoculer à l'homme sain ni par l'eau, ni par l'air, ni par les vapeurs humides des régions marécageuses.

Le rôle des moustiques dans la transmission des fièvres paludéennes, soupçonné par Laveran, a été mis en lumière par les recherches de Ronald Ross, dans les Indes, et les nombreuses expériences qu'elles ont provoquées, particulièrement en Italie, et il semble aujourd'hui rigoureusement établi :

Que les moustiques, si abondants dans les régions malariques, sont le seul agent de transmission de la malaria à l'homme et qu'on peut impunément habiter les endroits les plus insalubres si on réussit à se préserver de leur piqûre;

Que le cousin (*culex pipiens. L.*) est absolument inoffensif et que les moustiques dangereux appartiennent à diverses espèces du genre Anophèles, dont la plus commune est l'*A. Claviger*, de Grassi ;

Que l'Anophèles, enfin, naît indemne de l'hématozoaire de Laveran et qu'il ne devient dangereux qu'après avoir absorbé le parasite avec le sang des fiévreux (2).

(1) Il y a une cinquantaine d'années, Meckel, Wirchow et Frederichs avaient observé, dans le sang des paludéens, des amas de fines granulations noires appelées *pigment de la malaria* ou *mélanine*. Laveran démontra, en 1880, que la mélanine est le produit du développement d'innombrables parasites, et que ce minuscule parasite est un animal (hématozoaire), et non une bactérie comme les microbes pathogènes de Pasteur.

(2) Avant d'être inoculé à l'homme sain, ce parasite subit, dans le corps de l'insecte, des transformations importantes. Voici d'ailleurs, d'après R. Ross, les diverses phases du parasitisme de l'hématozoaire :

Parasitisme dans le sang humain. — a) Débute par des filaments en forme d'aiguille *(blastes)* introduits dans le sang avec la salive du moustique ;

b) Ces blastes se transforment en *amibes* minuscules contenant généralement des granules de mélanine ;

c) Partie de ces amibes se transforment en *sporocytes* à reproduction asexuelle végétative donnant des spores qui s'attachent aux globules du sang. Ces spores deviennent des amibes et continuent ainsi le cycle de vie des parasites ;

d) Partie de ces amibes deviennent des *gamétocytes*, cellules sexuelles, mâles et femelles, qui ne paraissent jouer aucun rôle chez l'homme.

Parasitisme dans l'estomac du moustique. — a) Le moustique se charge de *gamétocytes* avec le sang des paludéens ;

b) Partie de ces gamétocytes s'arrondissent et ne subissent pas d'autres transformations : ce sont les *organes femelles* ou *macrogamètes ;*

c) Partie, après s'être arrondis, se transforment en filaments mobiles, ou *microgamètes, organes mâles*, analogues aux spermatozoïdes ;

d) Le macrogamète fécondé par le microgamète constitue un *zygote* qui, après s'être enkysté contre la paroi de l'estomac du moustique, donne, au bout de quelques jours, des milliers de *blastes* qui vont se localiser dans les glandes salivaires du moustique.

Chacun de ces blastes provenant de l'œuf fécondé devient un animal séparé que le moustique injectera avec sa salive à l'individu sain.

D'après ce qui précède, le paludéen d'où provient le germe de la maladie que propageront ensuite les moustiques, n'est pas moins dangereux que ces derniers.

L'État, le département et les communes devraient donc se préoccuper, avant tout, de l'assainissement des fiévreux et de leur traitement méthodique jusqu'à complète destruction des parasites qui pullulent dans leur sang.

Cette théorie nouvelle du paludisme, confirmée par de nombreuses expériences et notamment, en ce qui concerne la Corse, par les observations faites en 1900 par le capitaine Ferton au camp de Monte Leone et à la batterie de Bocca-di-Valle dont la garnison fut cruellement éprouvée par les fièvres et celles du docteur Battesti, médecin de la Compagnie des chemins de fer départementaux, faites dans les diverses gares du réseau insulaire, n'est plus discutée aujourd'hui.

La question de savoir si le moustique est réellement l'unique véhicule du parasite de la malaria, comme paraissent l'affirmer les expériences de Grassi et le fait, d'observation constante, de l'apparition simultanée des moustiques et des attaques du paludisme, est seule controversée. Certains observateurs persistent, en effet, à penser que l'eau de boisson joue également un rôle dans la transmission des fièvres paludéennes.

Cette discussion, très intéressante au point de vue de la science pure, intéresse beaucoup moins la technique de l'assainissement, car l'adduction d'eaux pures dans les régions malariques s'impose à un autre point de vue pour combattre les maladies endémiques, notamment la typho-palustre, si fréquentes dans ces régions.

*
* *

Suppression des conditions favorables au développement des Anophèles. — La question de l'assainissement du littoral se trouve considérablement simplifiée par les récentes découvertes. Il ne s'agit plus, en effet, d'entreprendre cette œuvre colossale du desséchement des 8 à 10.000 hectares d'étangs et de marais que l'ancienne théorie miasmatique du paludisme proclamait nécessaire, mais de rendre ces eaux impropres à la multiplication des moustiques malfaisants.

Or, tandis que le cousin pond ses œufs dans toutes sortes d'eaux : étangs, mares, rivières et surtout, d'après R. Ross, dans les tonneaux et seaux de ménage abandonnés autour des habitations, les larves d'Anophèles ne se rencontrent que dans les petites flaques d'eaux stagnantes. « On les voit surtout, dit le docteur Pitti-Ferrandi, dans ces flaques larges et peu profondes qui avoisinent les étangs et les cours d'eau, à bords indécis et peu relevés, où végètent quelques plantes vertes, ce qui est tout à fait caractéristique de la *paluda* corse » (1).

Ajoutons, enfin, que l'Anophèles ne se reproduit pas dans l'eau salée, que les grandes surfaces agitées par le vent et la brise marine ne lui sont pas favorables et que ses larves sont très sensibles à l'action de certaines

(1) Dr Fr. Pitti-Ferrandi : *Le Paludisme et l'Assainissement des régions palustres en Corse.*

substances (1) dont l'emploi permettra de rendre inoffensives les eaux qu'on ne pourrait dessécher ou assainir.

On est donc amené à considérer comme inutile le dessèchement des nombreux et vastes étangs de la plaine orientale.

Les uns, grâce à la salure de leurs eaux, deviendront rapidement inoffensifs si on leur donne des berges bien nettes permettant de supprimer les flaques d'eau douce qui se forment actuellement sur leurs bords indécis, ainsi que la végétation paludéenne qui les envahit, c'est-à-dire les conditions favorables au développement des larves d'Anophèles. (Ex. : étangs salins del Sale, de Porto-Vecchio, etc.).

Les autres, de beaucoup les plus nombreux et les plus importants, situés à l'embouchure des rivières, seront également d'un assainissement facile ; il suffira d'aviver leurs eaux en assurant leur communication permanente avec la mer. On sait, en effet, que les nombreux cours d'eau qui sillonnent le littoral et alimentent ces étangs ont, pendant l'été, un débit trop faible pour refouler la barre de sable que les vagues et les vents du large forment à leur embouchure. Leurs eaux, ne pouvant plus s'écouler dans la mer, se répandent dans les terres environnantes et les transforment en marécages.

Il suffirait donc d'encaisser ces étangs de façon à isoler les eaux stagnantes de celles qui peuvent librement s'écouler, ainsi que le parcours en plaine des rivières qui les alimentent.

Contenue dans ces digues, l'eau des rivières exercerait sur la barre de sable qui obstrue leur embouchure, une pression suffisante pour vaincre la force des vagues et la communication avec la mer ne serait plus interrompue. L'endiguement des étangs et des torrents qui les alimentent est un préliminaire indispensable ; avant d'entreprendre le dessèchement des marais, on doit évidemment supprimer les causes qui déterminent leur formation. Celles-ci supprimées, le dessèchement des marécages se présente comme une opération pratiquement réalisable sans entraîner des dépenses considérables, eu égard à la plus-value acquise par le sol de la région assainie, et offrant, en même temps, la garantie d'une durée et d'une efficacité indéfinies.

L'encaissement des torrents est, d'ailleurs, un travail beaucoup moins gigantesque qu'on pourrait le croire. Comme le faisait judicieusement observer Burnouf, dans son « Essai sur les assolements en Corse, » publié en 1855, des digues de faible hauteur, formées simplement de terre engazonnée, suffiraient si on avait soin de les établir à quelques mètres des

(1) Le pétrole additionné de goudron, répandu en divers points à la surface de l'eau, à raison de 10 centimètres cubes par mètre carré, donne d'excellents résultats ; mais on doit renouveler son application tous les quinze jours environ pendant la saison dangereuse. L'idéal serait évidemment, comme le dit R. Ross, « l'emploi de quelque matière ou poudre économique se dissolvant lentement, qui tue les larves d'Anophèles sans nuire aux animaux supérieurs et rende les petites flaques inhabitables pour les larves pendant quelques mois ».

bords du torrent. On réaliserait ainsi, au-dessus du lit ordinaire, un lit plus important, dont la largeur serait subordonnée au volume des plus grandes crues qu'il aurait à contenir.

Le *Taxodier* (Taxodium distichum) ou cyprès chauve de la Louisiane, permettrait de consolider ces digues. Cet arbre des terrains marécageux a, en effet, de puissantes racines couvertes de nombreuses protubérances « qui forment un lacis inextricable ayant la solidité d'un plancher » (B. de la Grye). L'*Eucalyptus robusta*, qui ne redoute pas le voisinage de la mer et se plaît dans les lieux humides et un peu salés, pourrait être également employé avec succès.

Quant aux eaux stagnantes, qui constituent le milieu de prédilection des larves d'Anophèles, le curage et parfois le redressement du lit des ruisseaux côtiers, l'ouverture de canaux d'évacuation et l'exécution de travaux de drainage dans les terres marécageuses ou humides, suffiraient, dans la plupart des cas, pour les faire disparaître.

Il y aurait lieu de rechercher, en outre, par des sondages si, au-dessous de la couche imperméable qui maintient les eaux croupissantes à la surface du sol, il n'existerait pas une couche perméable inclinée vers la mer. Dans ce cas, il suffirait de forer des *puits absorbants* ou *boitout* dans lesquels iraient se perdre les caux stagnantes. Ces eaux seraient ainsi évacuées plus économiquement qu'au moyen de fossés, plus coûteux à ouvrir et d'un entretien onéreux.

Tous ces travaux concourront solidairement à l'asséchement des caux stagnantes et les cas seront bien rares où, par ces moyens, le plan d'eau ne pourra pas être suffisamment abaissé au-dessous du sol pour en produire l'assainissement.

Dans ces cas exceptionnels, le régime de nos torrents ne permettant d'utiliser que très rarement le *colmatage*, qui a rendu de si grands services en Italie, pour produire l'exhaussement du sol, il faudrait exécuter des travaux de terrassement ou employer des machines élévatoires. Les moulins à vent perfectionnés pourraient être employés avec avantage, ainsi que les plantations d'arbres, qui peuvent rendre les plus grands services pour l'assainissement des endroits marécageux.

Plantations d'arbres. — On doit signaler, en première ligne, les diverses variétés d'Eucalyptus. Cette myrtacée géante, remarquable par son prodigieux développement, a un système radiculaire et une masse foliacée évaporante si puissants que quelques pieds suffisent pour assécher complètement une mare; on cite même des cas, rapporte Bouquet de la Grye, où des puits profonds auraient été mis à sec par les racines d'Eucalyptus plantés à quelques mètres.

Introduit en Corse en 1863 par Carlotti, alors directeur du pénitencier

de Castelluccio, l'Eucalyptus s'est peu à peu répandu, à partir de 1870, dans la zone du littoral. On attribuait son action assainissante, nettement constatée en diverses localités paludéennes, aux vapeurs aromatiques très pénétrantes que ses feuilles rejettent dans l'atmosphère. Carlotti et de nombreux observateurs attribuent même à ces vapeurs une action directe sur les moustiques, qui s'éloigneraient des plantations d'Eucalytus. Cette propriété culicifuge de l'Eucalyptus peut exister, mais elle n'est pas constante. Ainsi, à la Solenzara, tout le monde s'accorde à reconnaître que cet arbre sert à abriter les moustiques au lieu de les faire disparaître.

Quoi qu'il en soit, l'Eucalyptus est un arbre précieux pour l'assainissement des endroits marécageux.

On en connaît un très grand nombre de variétés. La plus importante est l'*Eucalyptus globulus* : c'est la variété introduite en Corse par Carlotti. Mais il y en a d'autres qui méritent également d'être propagées. M. Mouillefert recommande particulièrement l'*E. robusta*, ou acajou des marais, moins sensible à l'embrun; l'*E. amygdalina*, plus résistant au vent, et l'*E. viminalis*.

En outre des Eucalyptus qui viennent en première ligne quand on ne recherche que le desséchement du sol, M. Mouillefert recommande l'*Acacia dealbata* ou mimosa blanchissante, à planter en mélange avec l'Eucalyptus et dont la fleur trouve un débouché très avantageux pour la confection des bouquets d'hiver; le *Taxodier*, le *sequoïa* ou *wellingtonia* et les *Casuarinas*, surtout la *C. tennissisima*, qui fournit un excellent bois de menuiserie et de charpente.

Enfin, le *Pin maritime* servira au boisement des dunes.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler qu'au XVI^e^ siècle, Spinola, gouverneur de la Corse, alors au pouvoir de Gênes, avait rendu obligatoire, pour chaque propriétaire, la plantation annuelle de quatre arbres et que toute négligence était punie d'une amende de 5 lires par arbre non planté. Il ne serait probablement pas nécessaire, de nos jours, de recourir à une pareille rigueur, car les excellents effets produits par les plantations d'arbres sont généralement appréciés. On pourrait, d'ailleurs, distribuer *gratuitement*, chaque année, un nombre de plants considérable en utilisant à cet effet les pépinières départementales qu'on s'accorde à reconnaître comme inutiles sinon nuisibles au développement de l'arboriculture en Corse.

*
* *

Contribution des particuliers à l'assainissement du littoral. — Ce n'est pas de prime abord qu'on détruira une croyance aussi vivace que celle qui consiste à attribuer aux miasmes ou au mauvais air la cause des fièvres paludéennes. Et ce ne sera que lorsque la conviction sera bien faite dans

tous les esprits que le moustique est la cause de propagation de la malaria, que l'initiative des intéressés pourra se manifester.

Examinons le cas le plus simple, celui d'une vallée malsaine ou d'une petite plaine isolée, celle de Campo di Loro, par exemple, où il n'existe que de petites flaques d'eaux stagnantes disséminées dans les dépressions du sol. Le curage et le faucardement des ruisseaux ou rivières pour favoriser l'écoulement des eaux, le drainage des parties humides suffiraient, avec quelques plantations d'arbres, pour supprimer les causes d'infection qui rendent la vallée inhabitable (1). Mais la propriété est très morcelée et l'effort isolé d'un homme d'initiative ne produira aucun effet utile si les causes d'insalubrité subsistent sur les parcelles limitrophes délaissées par leurs propriétaires : *l'assainissement d'une zone insalubre, même restreinte, ne pourra donc être résolu que par une action collective.*

Or, tandis que les agriculteurs de tous les pays, conscients de la force que donne l'union, ont su grouper en un faisceau puissant leurs efforts isolés jusqu'alors stériles, nous sommes restés, en Corse, complètement réfractaires à l'esprit d'association, et les causes qui se sont opposées jusqu'à ce jour à ce que ce sentiment de cohésion se manifestât ici comme partout ailleurs, sont d'une nature telle, qu'il n'est guère permis d'espérer qn'une réaction spontanée se produise de longtemps.

Il faudrait donc rendre obligatoire la constitution des propriétaires intéressés en associations syndicales autorisées, régies par la loi des 21 juin 1865 et 22 décembre 1888 (art. 1, n° 2).

Ce serait, sans doute, une restriction au droit de propriété; mais il y a, dans notre législation, de nombreux précédents qui ne se justifiaient pas par des considérations plus importantes, puisqu'il s'agit à la fois, dans le cas qui nous occupe, de la richesse de la Corse et de la santé de ses habitants.

En présence des heureux résultats que cette mesure ne tarderait pas à produire, les protestations qu'elle pourrait soulever au début se changeraient bientôt en témoignages de satisfaction et de gratitude.

Contribution de l'État. — Le concours de l'État est absolument indispensable pour mener à bonne fin l'assainissement du littoral. Il y a, en effet, des travaux que nos moyens ne nous permettent pas d'entreprendre. Tels sont : l'endiguement des étangs et des torrents, le desséchement des marais les plus importants, le traitement au pétrole de ceux qui ne pourraient être desséchés au assainis et l'adduction d'eaux pures sur les principaux points qui en sont dépourvus, pour augmenter la résistance de l'organisme

(1) L'insalubrité des vallées était attribuée, en l'absence de marais proprement dits, « au mauvais air de la plaine formant remous par rapport au cours de l'eau et remontant jusqu'à 20 et 30 kilomètres de l'embouchure. » (E. Burnouf.)

à l'infection paludéenne et diminuer la fréquence et la gravité des maladies endémiques.

*
* *

Influence de l'assainissement du littoral sur la prospérité de la Corse. — Est-il nécessaire de justifier l'intérêt qui s'attache à cette question de l'assainissement du littoral et l'urgence que présente sa réalisation ?

La malaria entraîne en Corse, d'après Carlotti, une perte annuelle de 800.000 journées de travail. Elle fait, en outre, de nombreuses victimes ; aussi la durée moyenne de la vie, qui atteint fréquemment 40 ans dans les localités indemnes, n'est plus, d'après le docteur Pitti-Ferrandi (1), que de 29 ans à Porto-Vecchio, de 23 ans 6 mois à Aléria et de 22 ans 8 mois à Biguglia !

A cette considération humanitaire qui, à elle seule, devrait suffire, vient s'ajouter une considération économique non moins décisive.

Peu de régions, en effet, ont été aussi richement dotées par la nature. Une partie importante de la plaine orientale qui s'étend de Bastia à la Solenzara sur une longueur de 100 kilomètres et une largeur de 6 à 18 kilomètres, ainsi que les plages plus ou moins étendues que l'on rencontre sur le versant occidental à l'embouchure des rivières et des fleuves, sont constituées par des alluvions d'une fertilité exceptionnelle que les chiffres ci-dessous, exprimant la composition moyenne de cinq échantillons de provenances différentes, permettront d'apprécier :

Azote	2.88 0/0
Acide phosphorique.	1.56 —
Potasse	4.52 —
Chaux.	5 à 15 —

(Une terre est riche quand elle renferme plus de 1 0/0 de potasse, 1 0/0 d'azote et 1 à 2 0/0 d'acide phosphorique.)

Le littoral corse n'est pas moins favorisé sous le rapport du climat. Plus chaud que celui de la Côte d'Azur et comparable à celui du littoral algérien, il offre sur ce dernier l'avantage appréciable d'avoir des chaleurs estivales beaucoup moins excessives ; d'après Ch. Guérin, la chaleur maxima n'a jamais dépassé 33° à Ajaccio, tandis qu'elle s'élève à 38° sur le littoral algérien et peut atteindre 48° sur le littoral tunisien, sous l'action du sirocco.

Enfin, sous le rapport des eaux pluviales et des eaux d'irrigation qui, dans un pays aussi favorisé par la chaleur, constituent le facteur le plus

(1) Dr Fr. PITTI-FERRANDI, *loc. cit.*

important de la production agricole, le littoral corse est admirablement partagé. Quoique peu fréquentes, les pluies fournissent une hauteur d'eau considérable. La moyenne des cinq dernières années, pour la station d'Ajaccio, est de 644 millimètres dont 140 millimètres au printemps et 44 millimètres en été, tandis que les stations du littoral tunisien (Bizerte, Tunis, Sousse, Sfax et Gabès) n'en reçoivent que 415 millimètres : 98 millimètres seulement au printemps et 16 millimètres en été (moyenne de dix ans.)

Aussi la plupart des « oueds » sont à sec dès le début de l'été et l'irrigation n'y est possible qu'en élevant, au moyen de norias coûteuses, les eaux souterraines, profondes de 15 à 25 mètres.

Convenablement aménagées, les eaux des ruisseaux, rivières et torrents qui sillonnent le littoral corse suffiraient, au contraire, bien que leur débit se réduise considérablement pendant l'été, à l'irrigation de la majeure partie des terres. Le Golo et le Tavignano seuls, permettraient, en effet, d'irriguer en septembre, c'est-à-dire à la saison la plus défavorable, une surface de 3.500 hectares à raison d'un arrosage tous les dix jours et de 800 mètres cubes par hectare et par arrosage (1).

Les comparaisons que je viens d'établir entre le littoral tunisien, où la colonisation a pris en peu d'années un si remarquable développement, et le littoral corse permettent de concevoir quel degré de prospérité et de richesse aurait pu acquérir cette partie privilégiée de notre île si la malaria n'avait opposé, jusqu'ici, un obstacle insurmontable à la mise en valeur des richesses qu'elle renferme.

L'assainissement du littoral est donc, comme le disait Blanqui en 1838, *une question de vie ou de mort pour la Corse !*

« La Corse, ajoutait cet éminent économiste, s'est vue mettre au ban de l'Europe par la négligence de tous les Gouvernements à remplir envers elle le premier de tous ses devoirs, celui d'assurer la salubrité de son territoire. Réduite à ses seules forces, cette île est hors d'état d'accomplir une tâche aussi rude ; nous lui devons aide et protection comme si elle était en proie à un vaste incendie. »

Le Gouvernement de la République a fait déjà de louables efforts pour atténuer l'intensité du fléau. Il nous est agréable de penser que le Parlement français fera davantage encore que par le passé et aura à cœur de suivre l'exemple du Parlement italien qui vient de voter une centaine de millions pour l'assainissement des régions insalubres de la Péninsule.

(1) D'après Robiquet, le Golo porte à la mer, en septembre, 160.000 mètres cubes d'eau par jour et le Tavignano 111.000 mètres cubes, soit un total de 271.000 mètres cubes par jour pour ces deux seuls cours d'eau.

*
* *

Hygiène préventive contre la malaria. — A supposer que les travaux soient entrepris dans le plus bref délai possible, l'assainissement ne peut être que l'œuvre du temps et on ne pourra jouir de ses bienfaits que dans un avenir plus ou moins éloigné.

L'on doit donc se préoccuper de permettre à la population flottante qui est obligée, pour se soustraire à l'influence pernicieuse des nuits, de franchir matin et soir la distance considérable qui sépare cette zone des villages salubres situés sur les hauteurs, de se fixer impunément sur le littoral.

Il suffit, d'après les expériences de Grassi, renouvelées sur divers points, en Italie, toujours avec succès, de se soustraire à la piqûre des moustiques. Les prescriptions recommandées sont les suivantes :

Disposer des toiles métalliques à réseau très fin aux portes et fenêtres des habitations et des moustiquaires autour des lits et berceaux; éviter de sortir avant le lever du soleil et après son coucher; en cas d'absolue nécessité, s'envelopper la figure et les mains d'un masque et de manchons en gaze; enfin, bien qu'il semble démontré que les moustiques ne piquent que pendant la nuit, s'abstenir de faire la sieste sous les ombrages.

Il convient, en outre, de supprimer toute boisson alcoolique, sauf le vin aux repas, *qui est un tonique*, et de se nourrir aussi substantiellement que possible.

Ce sont là, évidemment, des prescriptions très ennuyeuses à observer rigoureusement et les intéressés ne s'y soumettront volontiers que lorsqu'ils seront bien convaincus de leur efficacité.

L'État, dans ses postes de douaniers et de gendarmes, la Compagnie des chemins de fer départementaux, dans les gares situées en régions malariques, donneraient un utile exemple en appliquant ces mesures d'hygiène préventive qui ont donné en Italie d'excellents résultats.

Ces mesures préventives doivent être combinées avec l'emploi régulier de la *quinine*, qui est le contre-poison de la malaria. On recommande de prendre ce médicament le matin à jeun, en pilules ou dans du café noir, aux doses suivantes : 5 centigrammes tous les deux jours, pour enfants, jusqu'à 10 ans; 5 centigrammes par jour, de 10 à 20 ans, et 10 centigrammes par jour, au-dessus de 20 ans (1).

Bien que l'efficacité de la quinine soit reconnue de tous, son emploi régulier comme traitement préventif de la malaria ne se généralise que très

(1) Instructions au personnel de la Compagnie des chemins de fer départementaux par les docteurs Battesti, Grimaldi de Sansonetti, Valentini et Zuccarelli.

lentement en Corse, à raison du prix trop élevé de ce médicament. Une famille moyenne, composée du père, de la mère et de quatre enfants dont deux au-dessous de 10 ans et deux au-dessus de cet âge devrait absorber, pendant la saison dangereuse (juin à septembre), 40 grammes de sulfate de quinine, soit une dépense de 33 francs environ. Si l'on songe qu'il s'agit principalement de familles peu aisées et souvent misérables de travailleurs ruraux, on conviendra qu'une telle dépense n'est pas à leur portée.

Il conviendrait donc d'imiter l'exemple de l'Italie, où une loi récente établit la vente de la quinine par l'État au moyen des bureaux de tabac à un prix très bas, ou d'en réglementer la vente dans les pharmacies, à un prix accessible à tous. Il en résulterait un grand bien pour la Corse, ainsi qu'en témoignent les résultats obtenus à Porto-Vecchio : les cas de malaria y suivent une progression décroissante à mesure que la consommation de la quinine en traitement préventif augmente ; on constate, en même temps, une augmentation sensible de la natalité.

L'application de ces mesures d'hygiène préventive permettrait à de nombreux cultivateurs de se fixer impunément sur le littoral et de se livrer à des travaux de défrichement et de culture qui contribueraient à l'assainissement de cette zone insalubre.

Il appartient donc à l'État de donner l'exemple et *surtout d'assurer la vente de la quinine à un prix qui en permette l'emploi aux cultivateurs les moins fortunés.*

Conclusions. — En résumé, par la richesse de son sol, par le climat privilégié dont il jouit et l'abondance des eaux dont il dispose, le littoral corse se prête aux cultures les plus avantageuses : plantes fourragères et céréales, cultures maraîchères et primeurs de toutes sortes, orangers, citronniers, cédratiers, amandiers, oliviers, vignes, chêne-liège, etc.

On ne saurait donc trop insister pour appeler l'attention du Gouvernement sur la nécessité d'entreprendre au plus tôt les travaux d'assainissement dont nous avons démontré l'urgence.

* * *

L'on ne doit pas se dissimuler, cependant, que l'assainissement seul des régions insalubres de la Corse serait incapable de donner à l'agriculture insulaire le degré de prospérité qu'elle est susceptible d'atteindre.

Il y a, en effet, d'autres causes qui s'opposent à ce que notre agriculture puisse s'engager résolument dans la voie de progrès qui a révolutionné les conditions de la production agricole dans tous les pays du monde, pendant la seconde moitié du XIX^e^ siècle.

Il est évident, tout d'abord, qu'on ne peut produire économiquement

qu'à la condition de bien connaître son métier : l'étude professionnelle de l'agriculture s'impose donc en Corse plus que partout ailleurs. Une école d'agriculture rendrait, par conséquent, les plus grands services, et nous souhaitons vivement que l'École pratique d'Ajaccio à la création de laquelle l'administrateur éclairé de notre département a consacré tout son dévouement, puisse répandre au plus tôt les bienfaits de son enseignement.

L'on sait, en outre, que le progrès n'est stimulé que par la perspective d'un bénéfice et qu'à défaut de gain, récompense naturelle du travail, toute initiative est enrayée. Il faut donc permettre aux producteurs d'écouler avantageusement leurs denrées et, pour cela, terminer le réseau vicinal et la voie ferrée depuis *Ghisonnaccia* jusqu'à Ajaccio, établir avec le continent des services commerciaux plus fréquents et obtenir pour le transport de nos produits un fret moins onéreux.

Enfin, si l'on veut que l'agriculture si délaissée en Corse y soit en honneur ; si l'on veut surtout attirer vers notre île les capitaux étrangers indispensables pour mettre en valeur les richesses que l'insuffisance de nos moyens ne nous permet pas d'exploiter, il faut impérieusement assurer le respect de la propriété et celui des personnes ; en un mot « habituer certains Corses au respect des lois auxquelles se soumettent tous les Français » (1).

A la suite du Congrès d'Ajaccio, il a été constitué une *Ligue contre la malaria*, pour laquelle ont été élus : *Président*, M. le Dr Battesti ; *Secrétaire*, M. le Dr Pitti-Ferrandi ; *Trésorier*, M. le Dr Thiers. M. le Dr Laveran, de l'Académie des sciences et de l'Académie de médecine, a accepté la présidence d'honneur.

M. MASSIMI

Professeur départemental d'Agriculture, à Ajaccio.

DESTRUCTION DES CHATAIGNERAIES [634.152.1]

— Séance du 13 septembre —

La mise en coupe réglée des châtaigneraies pour alimenter une industrie de création récente, la fabrication de l'acide gallique, peut avoir pour la Corse des conséquences graves.

Pour juger de la crise que traverse notre pays, il suffira de jeter un coup

(1) P. Mouillefert. *Excursion agricole en Corse, Progrès agricole et viticole,* 1899. t. II, p. 245.

d'œil sur le tableau suivant, qui donne le mouvement d'exploitation de l'extrait de châtaignier dans ces huit dernières années :

EXPORTATION

	Kilogrammes.		Kilogrammes.
1893	683.991	1897	3.932.088
1894	704.168	1898	4.561.538
1895	2.109.232	1899	5.931.949
1896	2.319.650	1900	5.892.058

On se représente aisément le nombre considérable de mètres cubes de châtaignier, c'est-à-dire la quantité de beaux arbres séculaires qu'il a fallu abattre, pour arriver à distiller par exemple 5.931.949 kilogrammes d'extrait de châtaignier !

Déjà les magnifiques forêts de châtaignier de la Castagniccia qui couvraient les territoires de douze cantons, sont en partie détruites, dévorées par les usines de Barchetta et de Fiumalto. Si ce coup de folie n'est pas endigué, bientôt les populations intéressantes de cette région seront totalement privées de farine de châtaignes, c'est-à-dire de leur ressource la plus essentielle, sinon de leur ressource unique.

Qu'arrivera-t-il ? Réduits à la plus extrême misère, les habitants des douze cantons de la Castagniccia se trouveront dans la nécessité de s'expatrier et les vallées d'Ampugnani, d'Orezza et d'Alesani, ainsi que leurs magnifiques coteaux actuellement couverts d'arbres fruitiers, d'un très beau rapport, ne seront plus qu'un désert aride, car il ne faut pas l'oublier, les vastes étendues de terrains complantés en châtaigniers, que nos ancêtres appelaient avec raison l'arbre de la Providence, le pain de châtaignes leur ayant permis de lutter des siècles pour leur indépendance, sont impropres à toute espèce de culture.

Une fois déboisés, les coteaux n'étant plus protégés contre les ravages des eaux seront ravinés par les pluies torrentielles, et les plaines situées en bas des coteaux, occupées par des graviers stériles.

Aveugle serait donc qui ne voudrait pas reconnaître que les usines de Barchetta et de Fiumalto préparent à bref délai la ruine de plusieurs cantons et constituent pour une grande partie de la population insulaire une redoutable calamité.

Cependant les habitants des cantons menacés par ce fléau d'un nouveau genre, ne voient pas le danger, et, les yeux fermés à la plus éclatante lumière, consentent à la destruction complète de leurs châtaigniers, moyennant quelques misérables pièces de cent sous qu'ils dépensent ensuite au cabaret où la consommation de l'absinthe et des alcools malsains aug-

mente de plus en plus et devient une cause première de presque tous les crimes qui conduisent tant de malheureux en Cour d'assises.

Il appartient donc à l'Administration, à l'Assemblée départementale et au besoin aux Pouvoirs publics, de prendre les mesures urgentes que commande la situation grave que je viens de signaler, afin d'empêcher la coupe des châtaigniers jeunes, et par conséquent, en pleine production, et de limiter l'exploitation aux vieux arbres presque improductifs.

Le mal serait certainement atténué si on facilitait le repeuplement en défendant au libre parcours du bétail les terrains déboisés. A l'aide de ce système facile à appliquer, grâce aux mesures énergiques prescrites par l'honorable Chef du Parquet général dans la circulaire du 19 mai 1890, contre les bergers, pour la répression des délits ruraux, les rejets qui sortent du pied de l'arbre coupé seraient protégés et ne tarderaient pas à le remplacer.

M. E. REGNAULT

Président du Tribunal civil de Joigny, Agriculteur à la Folie, par St-Sauveur-en-Puisaye (Yonne).

L'AGRICULTURE DE L'AVENIR [630,7]

— Séance du 13 septembre —

I

LE CRÉDIT AGRICOLE

A l'industrie agricole, comme à l'industrie proprement dite, il fallait un banquier escomptant ses effets, lui faisant des avances et recevant en compte-courant ; mais le renouvellement trimestriel grevait de trop lourdes charges des opérations plus aléatoires encore, mais moins lucratives que celles du Commerce et de l'Industrie. L'idée fut donc heureuse de recourir à ce qui avait si bien réussi dans l'Assurance contre la mortalité du bétail, l'achat en commun des semences, engrais et instruments, c'est-à-dire à la coopération, à la mutualité ; et par les lois des 5 novembre 1894, 31 mars 1899 et 25 décembre 1900, les Pouvoirs publics, reconnaissant la prépondérance de l'agriculture dans les fonctions essentielles du Pays, l'encourageait ou la subventionnait pour ainsi dire, avec les 40 millions et annuités

de la Banque de France, qu'ils lui prêtaient sans intérêts, en en réglant l'emploi.

Ainsi qu'on devait s'y attendre, le territoire ne s'est pas immédiatement couvert de Coopératives locales formant clientèle aux Caisses régionales de crédit, seules appelées à prendre part à la distribution des avances. Il n'en va pas ainsi dans le monde agricole qui, pour se plier à un usage nouveau, a besoin, du moins dans son ensemble, de le voir fonctionner avant de l'adopter ; qui d'ailleurs, par suite de fausses conceptions, pourrait bien ne point priser aussi haut que les Mutualités de défense commune ou d'acquisitions en commun, ce genre d'association qui réclame un versement et lui semble engager sa responsabilité.

Néanmoins, des efforts ont été faits dans diverses contrées par quelques hommes d'initiative, et par les résultats obtenus on peut juger déjà des bienfaits à attendre de la généralisation de ces institutions pour les agriculteurs, petits ou grands, qui voudront les utiliser.

Avec le temps et l'exemple, des caisses locales mutuelles, dans chaque canton agricole important, reliées à une caisse régionale groupant plusieurs départements ayant la même vie et se livrant aux mêmes opérations, mettront, au point de vue du crédit, le cultivateur sur le même pied que le commerçant et l'industriel ; le concours d'hommes actifs, dévoués et éclairés, une administration entendue seront seuls indispensables pour maintenir l'institution dans une voie sage, et ne pas compromettre l'entreprise en accueillant les demandes de ceux qui ne fourniraient pas au moins des garanties personnelles de travail et de conduite.

Nous pensons, avec quelques esprits, que les statuts de ces deux Mutualités étant d'ailleurs conformes aux lois constitutives, ces Sociétés doivent être à capital variable pour permettre l'entrée continuelle de nouveaux membres, et à responsabilité limitée pour ne pas effrayer les adhérents.

Doit-on exiger une caution ? En principe, non. Ce serait de prime abord éloigner la clientèle qui répugne à mettre les tiers dans ses affaires.

Son fonds social constitué et versé, la Caisse locale le dépose en garantie à la Caisse régionale qui peut alors, après examen, lui ouvrir un crédit égal, double ou quadruple suivant le cas ; le capital de garantie offert par une Mutuelle présentant une valeur incontestablement supérieure au même capital offert par un particulier qui peut subitement devenir insolvable, alors qu'il n'est pas admissible en fait que tous les clients d'une même Société le deviennent en même temps. En cas de déconfiture de quelques-uns, le capital, fourni par tous, sera toujours suffisant pour garantir le prêteur.

La Caisse régionale qui, par la Commission de répartition instituée, reçoit directement les avances de la banque ou plutôt de l'État, les rétrocède aux Caisses locales dont les associés se connaissant, peuvent réciproquement s'apprécier quant à la moralité et aux aptitudes professionnelles, et qui ont

semblé au législateur tout indiquées pour faire parvenir les fonds aux Agriculteurs.

Une question se pose : la Banque de France autorisée par la loi du 17 novembre 1897 à escompter le papier agricole, ce qu'elle ne fait que rarement et pour des opérations d'une nature particulière, devrait-elle y être obligée lors du prochain renouvellement de son privilège? Ou bien, y a-t-il utilité, pour permettre aux Caisses régionales de réescompter leur papier revêtu dès lors des trois signatures, de créer dans ce but une Caisse centrale de Crédit agricole, faisant, vis-à-vis de l'agriculture, l'office de la banque au regard du commerce et de l'industrie ? Nous ne le pensons pas, par cette raison qu'une différence essentielle existe entre ces deux sortes de crédit, agricole ou commercial et industriel, et ce par suite du temps nécessaire à la liquidation de leurs opérations respectives. Le Crédit agricole, tel qu'il résulte des lois fondamentales, tient compte de cette différence et le temps du prêt n'est point limité aux trois mois en usage. Les Mutuelles locales et régionales ne sont point, en outre, des Sociétés commerciales, et ne se prêtent pas à la même rapidité dans la réalisation du gage ou le règlement final des engagements.

La Banque de France, instituée spécialement pour le Commerce et l'Industrie, ne peut donc légitimement être astreinte à escompter sans autre garantie le papier agricole. Une Caisse centrale de Crédit agricole, fondée à cet effet, ne le pourrait elle-même qu'en grevant l'opération de nouveaux frais, et il est entendu que le meilleur marché possible est la condition impérieuse du succès de l'institution.

D'ailleurs, il ne faut pas s'y tromper ; les Caisses régionales et locales ne sont pas des banques en réalité ; elles ne constituent que des intermédiaires entre le Trésor et la culture, des rouages ingénieusement agencés pour faire passer aux agriculteurs, en connaissance de cause, et avec le moins de chance possible de perte ou de gaspillage, les subsides que l'État met à leur disposition. Aussi, pas d'intérêts du capital versé supérieurs à 5 0/0, et pas de dividendes ; les bénéfices, s'il en existe, deviennent fonds de réserve, augmentent d'autant le fonds social et appellent, s'il y a lieu, un nouveau versement égal ou même quadruple de l'augmentation.

Quel besoin, au surplus, pour la Caisse régionale de réescompter son papier à un établissement ordinaire de Crédit ? Son Capital social versé est, supposons-le, de 200.000 francs ; elle peut se faire avancer pareille somme et même le quadruple, sans intérêts, par la Commission de répartition ; elle dispose donc de 400.000 à 800.000 francs. Ses opérations sont-elles fructueuses, elle a pu servir à ses adhérents un intérêt de 4 à 5 0/0 ; elle peut donc, si ses affaires se développent au delà des prévisions, créer de nouvelles parts qui s'enlèveront rapidement vu l'abondance de l'argent, la rémunération et la sécurité du placement. Un nouveau Capital social versé

de 100.000 francs lui vaudra une nouvelle répartition de 100.000 à 400.000 francs, et ainsi de suite ; pas besoin dès lors de réescompter. Il n'est même pas défendu d'entrevoir le jour où, grâce à l'habile gestion des Caisses régionales et locales et aux heureux effets qu'elles ne peuvent manquer de produire, l'Agriculture française, qui contribue tant à la richesse du Pays, verra, sous cette forme, revenir à elle la part de capitaux à laquelle elle peut légitimement prétendre.

Nous le répéterons ; après bien des tâtonnements, la forme ou la condition du Crédit agricole est trouvée. Le temps et l'exemple peuvent seuls amener la généralisation du système ou de l'instrument. Déjà de nombreuses Caisses régionales sont installées, et reçoivent des avances. D'après un document officiel, elles étaient, au 31 décembre 1900, au nombre de 37, formant avec les Sociétés locales régies par les lois du 24 juillet 1867 et 5 novembre 1894, un total de 552. La rapidité du mouvement permet d'espérer que bientôt chaque centre important en sera pourvu.

Il serait d'ailleurs d'un excellent effet qu'au début, les administrateurs ou sociétaires éclairés, pour mettre la machine en marche, empruntassent eux-mêmes ostensiblement afin de montrer à la masse toujours sujette au respect humain qu'il ne s'agit en somme que de suivre le commerçant ou l'industriel dans ses relations avec son banquier.

Assurément l'institution n'est pas de nature avant longtemps à combler pour chacun l'écart existant entre ce qu'est et ce que devrait être le capital d'exploitation ; c'est cependant quelque chose d'appréciable que d'assurer à ceux qui le méritent une partie de ce fonds de roulement indispensable à toute entreprise. La banque ordinaire n'en fournit pas plus au Commerce et à l'Industrie.

Aussi n'hésitons-nous pas à dire que les lois qui servent d'assises au Crédit agricole font honneur à leurs promoteurs comme au Parlement qui les a votées.

II

ORGANISATION DE LA VENTE DU BLÉ

C'est par le Congrès de Versailles et le Congrès international d'agriculture en 1900 qu'a pris naissance en France le mouvement en faveur des magasins à blé, dont l'idée première revient à l'Amérique du Nord et plus récemment à l'Allemagne.

En présence du fléchissement continu des cours, des hommes d'initiative, sommités de la politique, de la presse agricole, du monde agricole lui-même ont pensé pouvoir entraîner notre agriculture, par l'établissement d'élévators ou Korhnheuser, dans une croisade contre les intermédiaires entre elle

et les consommateurs. Ils lui proposent d'essayer par la coopération de prendre part aussi à la fixation des prix.

L'intention est louable et le but légitime ; mais au préalable, il s'agit de savoir si la création de ces établissements aux États-Unis du Nord ou chez nos voisins a pu jusqu'ici influer sur les prix et les relever suffisamment au profit du producteur. Or, les cotes sont les suivantes (*Journ. prat. agr.* 1900 et 1901) :

	Chicago.	New-York.	Berlin-Mannheim.
	Fr. c.	Fr. c.	Fr. c.
4 octobre 1900 . . .	14 80	15 80	19 31
3 janvier 1901 . . .	13 34	15 01	19 60
4 avril 1901	14 35	15 65	20 56
4 juillet 1901. . .	12 60	14 42	20 90

Alors qu'en France les prix moyens par régions sont de :

4 octobre.	18 fr. 22 à 19 fr. 40	soit 18 fr. 66
3 janvier.	18 fr. 42 à 19 fr. 72	— 18 fr. 85
4 avril.	18 fr. 28 à 19 fr. 82	— 18 fr. 77
4 juillet	18 fr. 47 à 19 fr. 77	— 19 fr. 07

Ainsi, en juillet 1901, à la veille de la soudure et avec la perspective d'une récolte européenne probablement déficitaire, l'Allemagne et la France ne présentent que des cours moyens de 20 fr. 90 c. et 19 fr. 07 c., soit un écart de 1 fr. 83 c. au quintal que les frais de magasinage ont dû notablement diminuer, et qu'explique, d'ailleurs, la différence dans la situation économique, la production et l'alimentation des deux pays.

On pourrait donc en conclure, après une expérience suffisante des deux côtés de l'Atlantique, que les magasins à blé ne sont pas de nature à augmenter sensiblement la part de l'agriculteur, et que les bas prix auxquels celui-ci écoule au début ses produits résultent bien plus de l'abondance sur le marché que des agissements plus ou moins coupables de la spéculation ou même du fait du commerce honnête, intéressé cependant à ne se pourvoir qu'à des cours inférieurs pour profiter du relèvement.

C'est donc, à notre sens, une erreur économique, que de prétendre que le cultivateur comme l'industriel est le maître de son prix de vente, qu'il fixe d'après ses débours augmentés d'un bénéfice légitime ; sans doute, il est maître de son prix en ce sens qu'il peut garder sa production s'il n'en trouve le placement à son gré ; mais, si le produit est universel ou encombrant, d'une garde plus ou moins difficile, l'un et l'autre sont dominés par la plus ou moins grande rareté de la marchandise ; et c'est par d'autres moyens qu'il lui faut arriver à se ménager la rémunération sans laquelle toute industrie doit succomber.

La discussion à la Société nationale d'Agriculture du rapport de M. Brandin nous a montré la divergence d'esprits éclairés sur la question ; pour les uns, la spéculation, qui joue un peu au hasard, serait seule à profiter de la mesure, les réserves étant connues d'une façon certaine en cas de généralisation des magasins, ce qui lui permettrait de jouer à coup sûr. Avec les *Kornheuser*, en cas de disette, on crierait vite à l'accaparement.

Suivant d'autres, la spéculation qui ne peut opérer que là où règne une quasi obscurité, serait détruite quand les stocks véritables seraient connus, et l'agriculteur, en connaissance de cause, resterait maître du marché. L'accaparement, qui ne peut légalement être le fait que d'un très petit nombre cherchant à confisquer la masse des produits, disparaîtrait devant la masse des producteurs eux-mêmes emmagasinant à son profit, en vue de soutenir des cours déprimés par la spéculation.

C'est à cette dernière opinion, exprimée par l'honorable M. Méline, que nous nous rangerions, si nous pouvions ne pas tenir compte des faits suivants :

1° Le besoin d'argent ne détermine pas seul les ventes nombreuses et précipitées qui suivent la récolte ; la liquidation, favorisée par le battage mécanique, d'une opération engagée depuis un an, suffit à expliquer l'intérêt du producteur à se défaire vers octobre ou janvier à 18 fr. 75 c. $\left(\frac{18,66 + 18,85}{2}\right)$ d'une denrée que dans les six derniers mois de cette année il n'eût pas vendue plus de 18 fr. 92 c. $\left(\frac{18,77 + 19,07}{2}\right)$.

2° Si l'on admet que le blé vendu dans les quatre premiers mois de la récolte est d'environ moitié de celle-ci, c'est 50 millions de quintaux environ à 18 fr. 75 c., représentant 937.500.000 francs qu'il faut verser à la culture ; des intermédiaires séparés et puissamment pourvus sont seuls capables de conduire l'opération que la culture ne pourrait tenter qu'en étant elle-même sa contre-partie.

3° Les magasins à blé par voie coopérative s'étant généralisés, et les avances consenties sur dépôt étant, supposons-le, des trois quarts de la valeur, ce serait encore 703.125.000 francs à trouver en sus des frais d'établissement ; ce qui dépasse les forces de la mutualité.

4° Le maniement de pareilles sommes et des denrées correspondantes écarte le concours gratuit d'individualités dévouées ; il exige des administrations nombreuses, rétribuées suivant travail et responsabilité ; le supplément de prix, s'il en existe, ne retourne plus alors à la culture.

En réalité, la production et la vente à la consommation sont devenues, par l'effet du progrès dans le battage, le commerce et la minoterie, deux opérations que ne peut plus, en général, effectuer la même personne, individu ou collectivité ; elles exigent l'une et l'autre d'énormes capitaux, sont

très absorbantes et la division du travail semble bien être la condition la meilleure pour les deux.

Aussi, n'y a-t-il pas à se demander, ainsi qu'on l'a fait, quel écart sépare le prix du blé de celui du pain ; l'agriculteur, le minotier, le boulanger sont trois producteurs ou plutôt transformateurs successifs de matières premières pour l'alimentation humaine ; le jeu naturel de l'offre et de la demande, qu'il serait dangereux de fausser artificiellement, doit seul régler leurs rapports, chacun restant libre de garder son produit, en attendant des cours supérieurs, de modifier ou changer sa production, voire même de ne plus fabriquer. Les réclamations de l'un ou de l'autre contre les bénéfices des autres, ne sauraient être plus admissibles, que celles des fournisseurs ou fabricants d'engrais estimant trop forte la différence entre leur prix de vente et celui du pain.

D'ailleurs, est-on bien certain que les bénéfices de l'un ou l'autre sont disproportionnés avec son prix de revient particulier ? Ou que parmi les causes de la majoration, ne se trouve pas le fait du fractionnement réel non usité de l'unité monétaire et la tolérance passive du consommateur ? Le sou ne se fractionne pas dans la pratique ; le demi-kilogramme de pain vendu séparément ne se paie pas 17 centimes et demi ou 18 centimes, le marchand réclame 20 centimes que le client s'empresse de verser (M. Em. Chevalier, *Congrès intern. agr.*, 1901, I, 58). C'est alors l'abandon de 4 ou 5 centimes par kilogramme de pain et de 4 à 5 francs par 100 kilogrammes de pain ou de blé (puisqu'ils équivalent) que le consommateur n'a point entendu devoir profiter à la série des producteurs.

L'agriculteur a-t-il droit à partie de cette bonification ? et les 40 à 50 millions perçus dans ces conditions par le boulanger sur 10 millions de quintaux seulement (hypothèse) ne doivent-ils pas lui être acquis sans conteste ? On en pourrait dire autant de la différence entre prix de gros et de détail, ces derniers étant fréquemment, quand ils sont excessifs, le résultat d'un luxe habituel dans l'installation ou d'une clientèle restreinte aimant à se pourvoir dans un rayon peu étendu.

Nous serions même tenté de croire que la spéculation, les marchés à terme ou fictifs n'ont pas sur les cours l'influence qu'on leur attribue ; ou, s'ils en ont une, qu'elle n'est pas de beaucoup supérieure à celle de la même spéculation sur les valeurs mobilières, qui sont soutenues par le comptant c'est-à-dire l'emploi des disponibilités, comme doit l'être le cours du blé par les stocks comparés à la consommation et par les besoins réguliers de celle-ci. Le gros commerce, en effet, est de taille à se défendre ; et, si au début, les prix faibles sont ceux qu'il préfère, les prix forts lui conviennent mieux en fin de campagne, et le producteur qui a gardé peut en profiter. Mais étant sans documents, nous signalons sans insister.

En somme, à un moment donné, l'agriculteur désireux de réaliser en-

combre le marché ; sa contre-partie, commerce ou minoterie, essaye de se ménager une plus-value ; rien de plus naturel de part et d'autre, mais le premier ne peut prétendre encaisser la portion du prix final afférente à la garde, aux risques et manipulations, à la transformation.

Reste à savoir si malgré tout le producteur de blé qui écoule rapidement et a vraiment intérêt à agir ainsi, obtient une rémunération suffisante et par quels moyens il peut se l'assurer ou l'augmenter ; nous l'examinerons ci-après.

L'organisation en France de la vente du blé ne présente donc aucun caractère d'urgence et nous craignons fort que, comme pour les Warrants agricoles dont le principe est cependant excellent, l'essai, s'il est tenté, reste sans lendemain, car il repose sur une fausse conception des véritables besoins de la culture, des possibilités de la coopération et des exigences financières.

L'exemple des États-Unis nord-américains n'a rien d'encourageant ; les élévators (3000 environ) construits par les Compagnies de chemins de fer, de puissantes Compagnies financières ou tombés entre leurs mains ne sont plus qu'un moyen d'oppression vis-à-vis de la culture, et les tentatives de la coopération en ce qui concerne cet instrument (500 environ) n'ontabouti en présence des Trust des grandes Compagnies maîtresses de leurs tarifs et libres de transporter ou non, qu'à une sorte de compromis en vertu duquel les élévateurs coopératifs écoulent par l'entremise des premiers (Dr Ruhland, Congrès de Versailles I-97).

Si en Allemagne où en 1900 existaient déjà 83 magasins à blé la situation est plus favorable en ce sens que l'État y détient les chemins de fer ou les surveille, les élévateurs étant d'ailleurs la propriété des Coopératives, elle n'y est pas sensiblement meilleure ; le Docteur Rœsicke, président de la Ligue agraire et l'un des rapporteurs à Versailles, reconnaît « que les entrepôts ne sont parvenus à leur but (influencer le prix du blé), que pour les prix locaux et même, dans ce cas, que d'une manière limitée ». La plus-value n'a été, en effet, que de 25 à 50 centimes par quintal dans les situations les plus favorables d'alimentation des magasins qui se livrent en outre à la vente des engrais et des fourrages (Congrès de Versailles I-96).

Il est certain que chez nous une consommation de 100 millions de quintaux (celle du producteur non déduite) fournirait de ce chef une plus-value de 25 ou 50 millions qu'en principe il vaudrait mieux voir tomber dans la poche du cultivateur.

Mais si nous considérons individuellement un ou deux agriculteurs trouvant à vendre en septembre ou octobre, à 18 fr. 75 c., 100 quintaux ou 1000 quintaux valant 1.875 francs ou 18.750 francs, il n'est pas douteux qu'ils préfèreront encaisser de suite ces sommes plutôt que de risquer un cours

supérieur problématique qui ne les avantagerait que de 25 à 50 francs pour le premier et de 250 à 500 pour le second. Encore y aurait-il lieu de défalquer l'intérêt à 5 0/0 perdu sur la somme réglée en fin d'année ; de sorte que si les trois-quarts du prix ont été avancés, le dernier quart réglé au bout d'un an, le second vendeur, à 50 centimes de majoration aura droit à 500 francs de plus moins les frais, mais il aura perdu 234 fr. 35 c. pour 4687 fr. 50 c. lui restant dus. Peut-on mettre en balance les 265 fr. 65 c. de bonification acquise moins les frais avec l'intérêt qu'il peut avoir à toucher immédiatement ? à 25 centimes de plus-value, le boni n'est plus (frais à déduire) que de 250 — 234,35 = 15 fr. 65 c.

Le docteur Roesicke estime que le nombre encore trop restreint des silos à blé est la cause du peu de succès obtenu ; et que l'Allemagne étant couverte d'un réseau d'entrepôts, l'influence sur le prix deviendra appréciable.

Laissons donc à nos voisins de l'Est, qui sont pratiques, habiles et persévérants, le soin de poursuivre une expérience que nous suivrons avec intérêt, pour en profiter s'il y a lieu. Encore, faudrait-il qu'il fût démontré que la supériorité des prix, si elle apparaît, est réellement attribuable aux élévateurs, car l'Allemagne ne consommant en froment que 40 millions de quintaux, la majoration pourrait aussi résulter de l'accroissement de la consommation.

Le mouvement né à Versailles nous semble donc actuellement reposer sur des bases insuffisantes et être en tout cas prématuré.

III

DISPONIBILITÉS — DÉBOUCHÉS

S'il est difficile de réagir contre les ventes précipitées, il importe de songer sérieusement à la dépression que subiront encore les cours du blé, quand aux procédés en usage pour la réalisation se joindra un perfectionnement général de la culture.

A cette échéance assez prochaine, le surplus de la consommation n'aura d'emploi qu'au dehors, et deux voies seules nous permettront de récupérer la différence entre les prix actuels et ceux des marchés libres; la diminution des frais et l'augmentation des moyens de production.

Nous atteindrons ces résultats par la multiplication des récoltes fourragères à évolution rapide et haut rendement qui, en accroissant la fertilité de nos terres, prendront leur part légitime des dépenses de toute sorte également réparties entre les diverses branches de l'exploitation.

Utilisons donc au maximum l'aptitude pour le blé de notre sol ; à nos

portes mêmes s'étendent des pays consommateurs qui importent de cette céréale les quantités suivantes :

Angleterre	51.140.000 quintaux
Belgique.	10.150.000 —
Hollande.	4.530.000 —
Suisse	3.510.000 —
Scandinavie	2.720.800 —
TOTAL	72.050.000 quintaux.

(M. Grandeau, *Journ. agr. prat.*, 1898, II. 155)

Par suite de leurs climats maritimes ou alpestres, de spéculations agricoles ou industrielles plus en rapport avec leur situation géographique ou économique, ces divers pays ne peuvent suffire à leur consommation ; l'Angleterre, absorbée par son activité industrielle et commerciale, voit chaque année diminuer sa superficie en blé ; le Danemark, la Hollande, la Suisse trouvent dans leurs pâturages et les produits de laiterie un avantage supérieur ; tous seront pour nos blés une clientèle sérieuse et durable. Nos relations avec les plus rapprochés se traduisaient ainsi en 1900 (commerce extérieur de la France) :

	Importation.	Exportation.
Angleterre . . . . . Fr.	609.228.000	1.238.839.000
Belgique	389.012.000	593.012.000
Suisse	105.010.000	211.784.000
Fr.	1.103.250.000	2.043.635.000

Au total, 3.146.885.000 francs sur un échange total universel de près de huit milliards et demi. Nous leur vendons pour 940 millions de plus qu'ils nous vendent ; rien ne s'opposant à ce qu'aux prix de leurs marchés libres nous soyons leurs principaux fournisseurs, essayons donc de prendre notre forte part des 1.152 millions qu'ils déboursent pour leur consommation en blé.

On aurait pu craindre que notre superficie cultivée étant de 56, 3 0/0 du territoire, et celles de la Russie et des États-Unis (id. 46) de 26,2 et 18 seulement, ces derniers, en développant leur étendue en céréales, n'arrivassent à effondrer les cours européens. Mais le danger est écarté ; déjà l'Amérique du Nord manifeste moins d'entrain pour la culture exclusive du blé pour l'exportation. Les États du Nord-Est l'ont abandonnée ; ceux de l'Ouest, où elle s'était réfugiée, commencent eux-mêmes à entrevoir de meilleurs résultats en imitant l'Est et la Californie qui trouvent dans la

variété des cultures arbustives, céréales, fourragères et maraîchères, de plus beaux bénéfices.

C'est une évolution qui se produit, au Canada comme aux États-Unis, ayant sa cause dans ce fait que « la culture ne paie plus dans l'Est » le plus anciennement colonisé. Les seuls établissements prospères qui y subsistent sont ceux que nécessite le développement journalier des villes voisines, c'est-à-dire ceux consacrés à la culture légumière et à l'industrie laitière. Quant à la production du blé en grand, elle est reléguée au delà des grands lacs et remplacée par les fourrages et le bétail. (MM. Levasseur et Perrault, C^re^ du Canada à l'Exposition de 1900 *Journ. agr. prat.*, 1899, II, 855 et 1900, I, 421).

Enfin, le nombre va toujours croissant des mangeurs de pain ; d'après Davis Wood, de 371 millions en 1871, il serait passé en 1896 à 510 millions, soit une augmentation de 139 millions en 25 ans ou de 37 0/0 ; il n'a pas dû s'arrêter depuis.

Cessons donc d'appréhender l'excès de production ; il a sa place marquée à l'extérieur, et le profit à retirer de l'exportation sera encore suffisant, si nous dressons plus logiquement notre comptabilité, et savons compléter nos assolements.

IV

L'AGRICULTURE DE L'AVENIR

Dans une étude récente des procédés usités par le sénateur Devincenzi, dans l'Abruzze du Nord, et qu'il intitule « l'Agriculture de l'avenir », un éminent agronome, M. Ronna, nous fait assister à l'enrichissement progressif d'un domaine pauvre en toutes matières au début, mais que les limonages, l'irrigation, les cultures dérobées de légumineuses et autres plantes portent rapidement à son maximum de fécondité, et ce, sans fumier à hautes doses ou engrais azotés du Commerce, avec importation seule d'engrais minéraux et en tirant du sol toutes les ressources qu'il renferme (*Journ. agr. prat.*, 1900, II, 897 et s.)

Cette ingénieuse conception d'un habile agriculteur italien doublé d'un homme d'État, pratiquée depuis un quart de siècle, se résume dans :

La submersion en hiver par 30 à 50 centimètres de profondeur jusqu'à l'obtention de 2 à 3 centimètres de limon ;

La force motrice hydraulique pour les labours ;

L'enfouissement du sulla ou sainfoin d'Espagne, de légumineuses variées semées au printemps dans le blé d'automne, et d'autres plantes en culture intercalaire ; le tout irrigué en été suivant besoin.

Sauf peut-être dans la région méditerranéenne, le sulla nous est interdit; mais la force motrice hydraulique, les limonages, l'irrigation trouveraient leur application dans nos contrées de montagne ou simplement accidentées, si après les savants travaux d'Hervé-Mangon et de quelques autres, on avait le souci d'utiliser ce que nos torrents, nos rivières même roulent en capital de fertilisation.

Nous nous bornerons à rappeler à ce sujet que la seule Durance charrie annuellement 11 millions de mètres cubes de limon contenant 14.000 tonnes d'azote assimilable et autant de carbone qu'en pourrait produire par an une forêt de 49.000 hectares. Aussi l'agriculture attend-elle l'étude sérieuse et l'exécution d'un système de dérivation qui lui permette d'utiliser des richesses dont la perte n'est pas compensée par les profits de la batellerie.

Mais les cultures dérobées, de longue date connues et pratiquées, sont accessibles à tous, et à part le semis et la récolte, n'exigent pas de travaux supplémentaires. S'il est exact que sauf dans le Nord et l'Ouest peut-être, elles ne rencontrent pas toujours en août de suffisantes conditions d'humidité, et que le produit à enfouir en novembre, en vesces surtout, fréquemment ne couvre pas la semence, la culture hivernale, c'est-à-dire le semis en septembre de la navette ou du colza et jusqu'en octobre de la vesce velue, procure, avec la conservation des nitrates, de copieuses et riches récoltes en avril et mai. Avec ces réserves fourragères ensilées, l'animal de rente cesse d'être le mal nécessaire; il devient plus que jamais l'auxiliaire, et par une nourriture abondante et économique qui exclut les ventes intempestives, il ajoute sa quote-part au produit de l'exploitation.

C'est certainement de ce côté que doit s'orienter la culture, si elle veut se préparer à tout événement. Car le progrès général et la concurrence universelle sont impitoyables, et ceux-là seuls auront chance de ne pas succomber, qui auront à temps modifié ou plutôt complété leurs assolements séculaires et fait pour leurs terres ample provision de fertilité.

Nous craignons toutefois que l'évolution n'ait point la rapidité que les circonstances exigent ; la faute incombe aux intéressés qui n'ont point assez tôt réclamé ce qui a été l'objet de deux des principaux Congrès agricoles de 1900 : l'instruction agronomique à tous les degrés de l'instruction publique, collèges, lycées et universités, de façon à initier la partie fortunée et éclairée de la Nation à cette occupation que L. de Lavergne proclamait « le plus beau de tous les arts », et Cicéron « le plus digne d'un homme libre. » Ce qui lui aurait peut-être redonné ce goût des champs qu'elle n'a plus et l'aurait mise à même, connaissant l'agriculture dans ses grandes lignes, sinon de montrer la route en s'y livrant, au moins de ne pas lui ménager conseils et subsides. L'exemple en effet vient d'en haut, rarement d'en bas ; et ce n'est que par l'existence, non pas seulement dans quelques provinces privilégiées, mais sur l'ensemble de notre domaine

national d'une sorte de *high farming* (haute culture), que L. de Lavergne, à l'instar de l'Angleterre, souhaitait déjà pour son pays, d'une classe de propriétaires, fermiers ou métayers pourvus de l'outillage intellectuel et financier, que le mouvement peut être imprimé et accentué. Le vœu est maintenant formé et enregistré ; souhaitons que dans son accomplissement, l'autorité universitaire s'inspire des bienfaits de tout ordre qui peuvent en résulter.

En attendant, le cultivateur avisé fera bien de ne pas négliger cette conquête du laboratoire et du champ d'expériences, pratiquée déjà par une avant-garde agricole toujours en quête des moyens de maintenir au sol sa fertilité, de l'accroître par des emprunts à l'atmosphère et aux couches extrêmes et d'augmenter en le consolidant ce capital-bétail qui peut seul modifier heureusement la consistance et les aptitudes de nos terres les plus ingrates. Il ne s'agit, au surplus, que de continuer l'évolution commencée par la suppression de la jachère nue, et de remplacer celle d'hiver par un fourrage étouffant et rustique qui prenne sa juste part des frais, comme les cultures sarclées ou autres de la période estivale.

Qu'il prenne donc en considération les chiffres suivants :

Sur les deux soles fourragères de l'assolement quadriennal alterne, il peut facilement obtenir :

		Matière sèche.	Matière azotée.
	Tonnes.	Kilogrammes.	Kilogrammes.
1re sole. — 1° Colza d'hiver	50	7.050	1.400
2° Betteraves-racines.	50	6.000	550
3° Collets-feuilles.	16	1.520	304
3e sole. — 1° Vesce velue, seigle	30	4.500	690
2° Moha.	20	5.000	620
TOTAL.	166	24 070	3.564

C'est-à-dire par la fusion des deux soles et par hectare 83 tonnes de fourrage vert, presque entièrement soustrait, quant aux cultures hivernales, à l'influence des intempéries, et dosant (Wolff) :

12.035 kilogrammes de matière sèche et 1.782 kilogrammes de matière azotée brute (digestible 1.261 kilogrammes).

C'est, en azote, l'équivalent par hectare de 19 tonnes de foin à 15 kilogrammes pour 1.000, et avec la paille de deux hectares en blé (8.000 kilogrammes, en sec 6.800 kilogrammes), la possibilité d'appliquer annuellement à chaque hectare $\frac{30.870^{k} \times 2}{4^{h}}$, soit 15.435 kilogrammes de fumure organique.

Où trouver pour chacun, dans les circonstances les plus variées de sol et de climat, avec les seules forces du domaine, une voie plus rapide et moins

onéreuse d'améliorer la terre par le sous-sol et l'atmosphère, de fournir aux plantes le carbone et autres aliments, de mettre l'animal à l'abri des disettes, d'élever les rendements assez haut et de diminuer, par une juste répartition des charges de la culture, le coût de ce quintal de blé, but suprême de toute entreprise agricole en général.

Que l'agriculture française moderne, désormais pourvue du crédit et éclairée par la science, fasse donc usage de l'un et suive les conseils désintéressés de l'autre ! Qu'elle multiplie d'abord ses moyens de production pour arriver à fournir à elle seule à nos populations agricoles une occupation constante et régulière, à tous une alimentation économique. Elle aura ainsi largement contribué à diminuer la somme des maux qui pèsent sur l'homme dans les sociétés même les plus civilisées. Elle fortifiera de plus la défense nationale et justifiera pleinement alors la place qu'elle tient dans les préoccupations et les destinées du pays.

M. C. LE GENDRE

Directeur de la *Revue scientifique du Limousin,* à Limoges.

REVISION DU CADASTRE ET CARTES AGRONOMIQUES COMMUNALES [526.9]

— Séance du 13 septembre —

Les cartes agronomiques communales, en fournissant des renseignements précis sur la composition du sol d'une commune, éclairent le cultivateur, lui évitent les fausses manœuvres, les dépenses inutiles et lui permettent de choisir les engrais chimiques appropriés aux besoins de sa terre. De là un rendement supérieur et une augmentation de la richesse publique.

Il serait donc à désirer que chaque commune eût sa carte agronomique.

D'un autre côté, le cadastre, qui même au début présentait des lacunes et des erreurs, est aujourd'hui un instrument absolument défectueux. Les nombreuses mutations, résultant d'une modification constante dans la répartition et la division de la propriété, rendent le plan cadastral inintelligible, parce qu'on n'a pas eu le soin de tenir à jour les feuilles détaillées.

Le cadastre, dans de telles conditions, ne peut plus éclairer le juge qui a mission d'accorder deux voisins discutant sur une question de bornage

et il ne reste, pour prendre une décision, que les actes de vente et les actes notariés dont les termes vagues fournissent des arguments aux deux parties.

Les procès qui naissent de cette obscurité, soumis à la procédure civile, s'éternisent. Avocats, avoués, greffiers, etc., tout le monde a intérêt à se hâter lentement. Les frais s'ajoutent aux frais et, quand une sentence définitive est rendue, vainqueur et vaincu envisagent tristement les conséquences d'une querelle qui les a ruinés.

Un Gouvernement prévoyant aurait remédié à ces graves inconvénients. Il aurait évité aux propriétaires du sol des tracas qui leur font prendre la terre en dégoût, les incitent à la vendre et à confier leur petit pécule à des entreprises industrielles bonnes ou mauvaises. Or, quand un cultivateur n'a plus de champs à remuer, la campagne a perdu pour lui tous ses attraits. Il ne veut pas travailler pour les autres. Ses valeurs mobilières ne sont pas assez grosses pour lui permettre de vivre. Un jour, il charge ses meubles sur une charrette, emmène toute sa famille et vient se réfugier à la ville.

Si, lors de chaque déclaration faite au bureau de l'enregistrement (successions, actes de vente, etc.), on exigeait un plan à l'échelle des feuilles détaillées du cadastre, si ces plans étaient déposés à la mairie et mis à la disposition de tous les intéressés, les limites des propriétés ne tarderaient pas à avoir un caractère d'authenticité tel que bientôt chacun saurait très exactement ce qui lui appartient et que l'intervention des tribunaux se ferait de plus en plus rare.

*
* *

Donc le cadastre est à refaire. Mais les riches propriétaires s'ingénient à mettre obstacle à l'exécution de cet important travail.

Presque tous ont fait de grandes améliorations (défrichements, plantations d'arbres, desséchement de marais, transformation de châtaigneraies en terres arables ou de terres arables en vignobles, etc.) Ils continuent à être imposés pour des terres de moindre rapport que le revenu actuel. Ils ne tiennent pas à un reclassement qui augmenterait leur quote-part et, avec peut-être quelque raison, ils redoutent que le Gouvernement ne se contente pas d'une répartition plus équitable. Ils affirment que l'augmentation pour plus-values sera simplement ajoutée à l'impôt foncier actuel.

On s'expose donc à de nombreuses récriminations en cherchant à provoquer une revision du cadastre. Aussi, je crains qu'on ne puisse prévoir que dans un lointain avenir le jour où on se décidera à refaire cet inventaire de la fortune territoriale.

*
* *

Le sort de la carte agronomique n'est pas lié à celui du cadastre.

On fera donc sagement, dans beaucoup de communes, de l'en séparer et de se contenter de preudre pour base de cette carte la carte d'assemblage à l'échelle de $\frac{1}{10.000}$.

Peut-être encore, parce qu'on redoute que la carte agronomique ne soit le préambule de la revision du cadastre, la mauvaise volonté de chacun, même de ceux semblant désignés pour promouvoir à ce travail, se manifestera-t-elle par une inertie invincible.

Dans toutes les bouches les arguments sont les mêmes. Pour faire la carte d'un département, il faudrait un siècle et un million.

Les gens mieux disposés approuvent chaudement mon initiative et ma persévérance, mais après l'encens la douche :

« Vous avez raison, mais vous ne réussirez pas. »

J'en demande pardon à mes contradicteurs, leur raisonnement pêche par la base. Quand on a raison, on doit réussir et, quand on ne réussit pas c'est qu'il y a des gens intéressés à faire avorter des projets qu'ils approuvent par devant et qu'ils combattent par derrière. Je vais, du reste, démontrer qu'il est possible, sans gros frais, de reviser le cadastre et de faire une carte agronomique.

*
* *

Dans chaque commune, il y a un instituteur, une institutrice, des propriétaires et des agriculteurs ayant une puissance intellectuelle variable, mais positive.

Dans chaque chef-lieu de canton se trouvent les mêmes éléments que dans la commune, mais augmentés du conseiller général, du conseiller d'arrondissement, de fonctionnaires ayant une instruction solide, notamment d'un agent voyer connaissant à fond le tracé d'une carte.

Voilà des unités qu'on peut grouper en syndicat afin de former un comité ayant son autonomie et pouvant fonctionner immédiatement si ses membres ont adhéré aux statuts d'une Société comme la *Société d'études scientifiques du Limousin*, qui a prévu l'organisation de comités locaux.

*
* *

Cette forte organisation, prise dans un sens plus général, a séduit beaucoup de bons esprits. Elle est à l'état de germe un peu partout et il suffi-

rait d'un modeste effort pour la faire se développer et donner tous ses fruits.

C'est, en somme, un moyen terme entre l'individualisme dans lequel se cantonne l'égoïste qui ne veut s'astreindre à aucune règle et le collectivisme gouvernemental plaisant au paresseux, qui ne songe qu'à jouir et qui serait heureux de se décharger sur l'Administration de tous ses devoirs, pourvu qu'on lui maintienne tous ses droits.

Les mutualités agricoles ou de secours divers, les Sociétés de tir, les comices, les syndicats, etc., ne sont que des parcelles de ce vigoureux groupement que je rêve pour tous les cantons de France.

La pratique en sera difficile parce qu'il s'agit de faire taire les querelles mesquines, les amours-propres froissés, les haines de familles, les divisions provoquées et entretenues par les opinions politiques et religieuses, d'accepter que le lieu de réunion du comité cantonal soit un terrain neutre où chacun oublie ses passions pour se souvenir simplement qu'étant une unité dans une grande nation il doit à cette nation de se montrer une unité agissante dans l'intérêt de l'amélioration du sort de tous et de l'accroissement de la fortune publique.

Il y a quelques années, je disais ceci aux hommes d'action d'un même canton :

« Unissez-vous pour le bien du pays ; écartez de vos discussions tout ce qui vous divise ; travaillez à constituer l'inventaire de vos ressources ; reconstituez les choses du passé ; arrêtez la destruction de documents enfouis çà et là dans la poussière, occupez-vous de science, d'histoire locale, d'hygiène, d'éducation populaire ; d'application des nouvelles découvertes ; développez l'instruction de l'ouvrier ; réagissez par vos exemples et par vos conseils contre les tendances à la paresse et aux jouissances matérielles ; aidez les adolescents à se retenir sur la pente dangereuse où les conduit l'abandon dans lequel on les laisse.

» Élevez les cœurs de vos concitoyens vers le juste et le beau. Aimez avec passion votre pays et prouvez-le par l'activité avec laquelle vous travaillerez à le grandir. »

***

Si on pouvait donner une telle ampleur à l'orientation des comités cantonaux, ce serait trop beau. Aussi je me hâte de rentrer dans le cadre de la question que je traite en ce moment.

Mo nplan est le suivant :

Constituer dans chaque canton un comité central se divisant en comités communaux et obéissant à des inspirations générales données par une Société régionale ou départementale, afin d'arriver rapidement et aux

moindres frais possibles à la réfection du cadastre et à la confection de cartes agronomiques.

Cette subordination est nécessaire. Autrement, chaque canton adopterait des procédés différents de représentation, d'échelles, d'analyses, de notation des résultats, etc., en sorte que, le travail achevé, on n'y trouverait aucun élément de comparaison propre à résumer dans une carte régionale les résultats obtenus.

*
* *

Supposons cette première difficulté vaincue et voyons ce que fera le comité communal aidé par les unités intellectuelles du canton et ayant sous les yeux un canevas tracé par la Société régionale.

On prend pour point de départ, tout imparfaites qu'elles soient, les cartes détaillées de la commune et la carte d'assemblage. On se procure la meilleure carte géologique existante et la meilleure carte physique et politique.

Supposons encore qu'on adopte comme échelles $\frac{1}{10.000^{e}}$ pour la carte d'assemblage et $\frac{1}{1000^{e}}$ pour les feuilles détaillées.

Dans la carte d'assemblage, un hectare occupera un centimètre carré et dans les feuilles ce même hectare sera représenté par un carré ayant un décimètre de côté, ce qui permet certainement d'y consigner tous les détails nécessités par la reproduction fidèle d'un terrain.

Sur la carte à $\frac{1}{10.000^{e}}$ on figurera tout ce qui se rattache à la distribution des eaux, à l'orographie et à la géologie. Ceci donnera un fil conducteur pour le choix des échantillons de terre à analyser et, comme début, il suffira de se documenter auprès des praticiens pour arriver avec une approximation suffisante à distinguer les points où la composition du sol doit sensiblement se modifier.

Un second exemplaire de la même carte sera réservé pour y consigner les propriétés bâties, les routes, chemins, forêts, landes, châtaigneraies, terres arables, etc.

*
* *

Quand ce travail préliminaire sera fait, on décidera en combien de feuilles à l'échelle de $\frac{1}{1.000^{e}}$ la commune sera divisée.

Chaque feuille formera une section ayant son numéro d'ordre.

Chaque parcelle portera aussi un numéro.

Ainsi, si j'ai à rechercher la parcelle ainsi désignée : IV^{e}, 42, je sais que cette parcelle est comprise dans la quatrième feuille de la commune.

Enfin, des chiffres rouges inscrits dans une circonférence indiqueront les points de prélèvement des échantillons de terre.

Cette terre sera soumise à une analyse physico-chimique, afin de connaître la proportion de cailloux et de terre fine, et, dans cette terre fine, le sable, l'argile, le calcaire, les débris organiques et l'humus. On recherchera aussi le coefficient hygrométrique.

Tout ce qui précède peut être fait avec un outillage peu coûteux et avec l'aide d'une brochure où chaque manipulation sera brièvement mais très clairement retracée. — Cette analyse trouvera des opérateurs suffisamment habiles dans les membres du comité communal, guidés, quand cela sera nécessaire, par un délégué du comité cantonal.

En ce qui concerne la division du sol en parcelles et l'indication de la nature de la culture et du revenu moyen, les mêmes membres — assistés de propriétaires choisis parmi les propriétaires les plus imposés et les moins imposés de la commune — porteront les renseignements nécessaires sur les plans parcellaires et sur un registre repéré par le numéro de la section et le numéro de la parcelle.

*
* *

Ces travaux ne demanderaient sans doute pas plus de douze à quinze mois, réserve faite de quelques cas litigieux dont le règlement pourrait réclamer l'intervention d'un juge de paix.

La dépense totale s'élèverait à un chiffre minime, alors même qu'on aurait dû recourir à l'intervention d'un géologue pour contrôler l'exactitude des cartes qui n'indiquent pas toujours avec une précision suffisante les contours de chaque nature de terrain.

Lorsqu'en 1893 M. Bernard, directeur de la Station agronomique de Saône-et-Loire, a fait une très savante communication sur les cartes agronomiques, il a signalé la difficulté de dresser un plan cadastral où chaque propriétaire trouverait, avec les limites exactes de son champ, la composition du sol ; il avait sans doute la croyance que ce problème ardu exigeait pour sa résolution l'intervention d'hommes se consacrant exclusivement aux travaux de l'arpentage, ou ayant une longue pratique des analyses physiques et chimiques.

Cette opinion repose sur les précédents. Vers 1830, l'instruction était, en effet, trop peu répandue pour qu'on n'ait pas été contraint de créer une administration du cadastre qui a coûté fort cher et qui a livré un travail dont la valeur et la précision présentent une très grande inégalité.

Mais aujourd'hui, après les sacrifices faits pour appliquer l'instruction gratuite et obligatoire, il serait en vérité bien malheureux que les instituteurs communaux ne fussent pas en état de mesurer un terrain et d'en

lever le plan. Ce serait à douter de l'utilité des écoles normales, si ces instituteurs s'avouaient incapables d'appliquer des instructions précises ayant trait à l'analyse physique d'un sol.

Puis, enfin, dans une commune, il n'y a pas que des instituteurs. Partout aujourd'hui, on trouve des agriculteurs sortant des écoles du Gouvernement, ne pouvant refuser leur précieuse collaboration à une œuvre dont ils comprendront la grande utilité.

Ne ferait-on que ce premier travail qu'on aurait déjà obtenu un résultat énorme et mettrait-on cinq ans à le faire qu'on ne pourrait que se féliciter d'avoir obtenu d'efforts personnels, sans l'intervention de l'État, un plan cadastral qui servirait à régler une multitude de questions dont la solution est aujoud'hui hérissée de nombreuses difficultés.

***

Ce qui reste à faire est plus délicat. Il faut procéder à l'analyse qualitative et quantitative des éléments dont la présence est indispensable à un végétal pour qu'il atteigne son maximum de développement. Il s'agit notamment de l'azote, de l'acide phosphorique, de la chaux et de la potasse.

Ces analyses ne peuvent être faites que dans un laboratoire et il faut compter sur 8 à 10 francs par échantillon de terre à analyser.

Au moment de la prise des échantillons pour l'examen physique, rien n'empêche de remplir un flacon de terre, de coller sur ce flacon une étiquette et d'attendre patiemment que les ressources du comité permettent de faire faire l'analyse chimique afin de compléter la carte.

On peut, par économie, faire procéder en même temps à dix analyses, en choisissant les terrains qui semblent les plus dissemblables. Voilà aussitôt une idée générale qui se forme sur les besoins du sol dans la commune.

L'année suivante on fait faire dix autres analyses, toujours en profitant — dans le choix des échantillons — des indications fournies par les praticiens et par la carte géologique.

Les distances se rapprochent. Les résultats, plus nombreux, donnent plus de force aux prévisions. Si les prévisions des années précédentes sont confirmées, les analyses suivantes ne peuvent plus correspondre qu'à des exceptions dans la répartition des couches géologiques.

Ces prévisions sont-elles au contraire détruites? Il faut s'assurer de nouveau que les échantillons ont bien été prélevés dans du sol vierge et non dans du sol plusieurs fois amendé. De nouvelles analyses s'imposent. Il est probable que la troisième année sera celle où, toujours, on pourra interpréter avec sécurité les résultats et donner aux cultivateurs des conseils judi-

cieux au sujet des substances qu'on doit fournir au sol si l'on veut faire de la culture intensive, la seule aujourd'hui profitable à nos paysans.

***

Les théories que je viens d'exposer exigent, pour leur application, le concours de ce que nous appelons encore très improprement la bourgeoisie, dans un pays où les doctrines démocratiques marchent à pas de géant.

Je classe parmi les bourgeois l'homme qui, possédant des propriétés, les fait exploiter par un fermier ou par un métayer.

Cet homme est le tuteur de celui qui travaille pour lui. En lui tendant une main secourable, il fortifie sa propre situation et il pratique le sain devoir de la fraternité.

On lui reproche son égoïsme à cette bourgeoisie, son indifférence, sa faible tendresse pour ceux qui souffrent, sa passion pour l'or, les mœurs dissolues de ses enfants qu'elle élève mal.

Cette appréciation fait son chemin. Elle correspond très exactement à l'opinion que le tiers État avait, à la fin dn XVIII[e] siècle, du clergé et de la noblesse.

Depuis, il s'est formé un quatrième État qu'il est difficile de séparer nettement de la bourgeoisie et de la classe ouvrière.

Ce quatrième État veut sa place et il apporte, dans ses revendications, une note qui semble indiquer que ses chefs ont été corrompus par l'exemple de notre bourgeoisie jouisseuse.

L'intérêt de la bourgeoisie est de se rappeler ses débuts lors de la Révolution française, la force et l'énergie qui lui assurèrent la victoire à cette époque.

Cette force, cette énergie, ce regain de popularité, elle trouvera tout cela dans une adhésion sans réserve à l'OEuvre des Comités cantonaux où, par le travail en commun, les deux États, réconciliés et se serrant pour faire place aux restes de la noblesse et du clergé, s'imposeront de mutuels sacrifices afin de faire grandir la Patrie consolée par la fusion en un seul groupe de tous ses enfants.

M. Ch. LE GENDRE

Directeur de la *Revue Scientifique du Limousin*, à Limoges.

LA MALADIE DES CHATAIGNIERS [6321,:934.152.1]

— Séance du 13 septembre —

Parmi les questions sur lesquelles le Comité local du Congrès d'Ajaccio a appelé l'attention des membres de l'Association, je relève la suivante : *La maladie des Châtaigniers.*

Cette question nous a vivement préoccupés en Limousin où le Châtaignier est cultivé, depuis un temps immémorial, ce qui a fait dire à M. Juge de Saint-Martin, dans un livre imprimé en 1790, que le châtaignier méritait d'être appelé l'*Arbre du Pays*.

Or, depuis quelques années, nos châtaigniers sont malades, se couvrent de branches mortes, ne donnent plus de fruits et finissent par périr.

Cet état de choses n'est du reste pas spécial au Limousin. Le mal dépasse les limites de notre province et, un peu partout, on signale le dépérissement de l'arbre qui donne un fruit savoureux ayant constitué pendant longtemps une forte partie de la nourriture des cultivateurs des régions granitiques.

M. Juge de Saint-Martin est entré à ce sujet dans des détails intéressants, Il a constaté qu'un châtaignier, parvenu à sa grandeur naturelle, donnait plus de deux paniers de fruits, qu'un de ces paniers pouvait suffire à constituer le repas d'une famille de dix individus de différents âges et remplaçait avantageusement dix livres de pain bis.

On a prétendu que les peuples, qui vivent de châtaignes, avaient un teint jaune produit par l'effet de cette mauvaise nourriture.

M. Juge de Saint-Martin, déjà cité, qui vivait à une époque où la viande occupait peu de place dans l'alimentation du paysan, a constaté que le laboureur limousin attendait avec impatience le moment où il aurait des châtaignes, les préférant au pain de seigle : qu'il en faisait presque sa nourriture exclusive de la fin d'octobre jusqu'au mois de mai, que pendant ce temps il était aussi fort et moins sujet aux maladies que durant le reste de l'année.

M. Juge de Saint-Martin ajoute que la province compte nombre de centenaires ayant toujours vécu de châtaignes, ce qui prouve sans réplique les propriétés saines et nourrissantes de ce fruit.

Aujourd'hui la situation est différente. Le paysan a introduit de nouveaux éléments dans son alimentation. Il mange plus de viande. Je ne sais s'il s'en porte mieux, mais je sais qu'il n'a pas perdu l'habitude de la châtaigne *blanchie*, un plat excellent que je recommande à ceux qui n'ont jamais mangé que des châtaignes bouillies dans l'eau ou grillées.

En résumé, le châtaignier est un arbre toujours intéressant dont la disparition laisserait un vide difficile à combler. Le marron et la belle châtaigne se vendent facilement. Les fruits de moindre qualité sont tout aussi utilisables ; ils donnent à la chair de nos porcs une saveur qui leur assure une supériorité marquée sur leurs congénères des autres régions.

***

En 1898, le ministère de l'Agriculture ayant eu l'obligeance de m'adresser le rapport de M. Crié sur les causes de la maladie dans la Marche, le Limousin, l'Auvergne, le Rouergue et le Périgord, j'ai vu que le savant professeur de l'université de Rennes avait déclaré erronées toutes les opinions attribuant le dépérissement des châtaigniers à l'hiver rigoureux de 1879-1880, à des brouillards, à des gelées ou à des coups de soleil.

Les châtaigniers, dit M. Crié, — et il le démontre longuement — son attaqués par une légion de bactéries et de mycètes très divers.

La présence de tous ces dévastateurs n'est pas douteuse.

Mais sont-ils venus s'implanter sur un arbre sain, ou — remplissant leur mission de faire disparaître au plus vite les êtres malades afin de faire rentrer les éléments qui les composent dans la circulation générale — leur multiplication n'est-elle pas simplement l'effet d'un état de morbidité dont M. Crié ne nous dit pas la cause ?

En août 1898, j'ai exposé à ce sujet ma manière de voir dans mon journal, *la Revue scientifique du Limousin*.

La presse régionale m'a fait l'honneur de s'occuper de mon article, l'a dénaturé quelque peu et m'a obligé, au mois de novembre suivant, à remettre les choses au point.

Dans la séance du 1er mars 1897 de la Société nationale d'Agriculture de France, le regretté M. Naudin a apporté l'autorité de son nom à la thèse que j'avais développée, en déclarant que la présence des cryptogames, microbes pathogènes, insectes phytophages, etc., étaient la conséquence et non la cause de l'affaiblissement du pouvoir végétatif du châtaignier.

Contrairement à l'opinion de M. Crié, un agriculteur — membre de la Société d'études scientifiques du Limousin — M. Filhoulaud, a exprimé l'avis que les froids rigoureux, tout au moins en Limousin, exerçaient une fatale influence sur le châtaignier.

Au moment du dégel, tous les métayers ont entendu des craque-

ments, puis ont constaté l'existence de fentes laissant à nu l'intérieur de l'arbre.

Le cœur ainsi exposé à l'air libre ne tarde pas à noircir et à se couvrir d'un liquide jaunâtre ou noirâtre qui n'est autre chose, pour M. Filhoulaud, que de la sève en décomposition. C'est dans ce milieu que se développent les parasites.

Au printemps, les jeunes pousses sont souvent grillées par les gelées blanches.

En automne, les gelées viennent clouer le fruit à l'arbre et le bout des rameaux meurt sur une longneur de quinze à vingt centimètres.

Au retour du printemps, lorsque la sève monte et s'arrête en rencontrant les extrémités mortes de ces branches, elle est en partie absorbée pour la reconstitution de nouveaux bourgeons destinés à réparer les injures de notre rude climat.

Enfin, chaque fois que la sève se trouve en contact avec les nombreuses fentes produites par le froid, elle se répand en pure perte ; de là un affaiblissement de l'arbre.

Dans cette lutte pour la vie, les conditions de développement du châtaignier se transforment.

Il est évident que M. Filhoulaud met le doigt sur l'une des causes qui menacent nos châtaigniers limousins dans leur existence. Celle-ci, ajoutée à d'autres dont je vais parler, forment un ensemble qui mérite d'éveiller l'attention des cultivateurs.

*
* *

Voyons maintenant ce qui se passe dans la plupart de nos châtaigneraies du Limousin.

Ces châtaigneraies sont généralement très anciennes. Les arbres, ayant grandi, n'étant jamais élagués, ont étendu leurs branches qu'ils laissent souvent pendre en bas, forment des branches gourmandes qui affament l'arbre et finissent par se toucher ; alors ils se gênent mutuellement et donnent peu de fruits, car le châtaignier ne fructifie que dans les parties en contact avec le grand air et frappées par le soleil.

Le paysan se dispense facilement d'enlever le bois mort et de toucher au sol. Par exemple, pour enlever les feuilles mortes, il passera dix fois son rateau sur ce sol recouvert d'un épais feutrage de mousses qui le rend imperméable à l'air et à l'eau.

La terre ne reçoit aucun amendement, et les arbres finissent certainement par épuiser les réserves en acide phosphorique et par manquer d'un élément qui leur est nécessaire, en sorte qu'ils s'affaiblissent et deviennent

admirablement préparés à faire bon accueil à tous les parasites dont M. le professeur Crié a constaté la présence.

Voici les principales hérésies culturales que j'ai constatées.

Je vais maintenant répondre nettement à toutes les questions soulevées par les pratiques dont je viens de faire l'exposé.

*
* *

Que faut-il faire de ces vieux troncs de châtaigniers qui sont creux parce qu'un ouragan a brisé les plus grosses branches, parce que l'eau de pluie s'est introduite dans le tronc et a pourri une grande partie de l'arbre? Faut-il les conserver en raison de cette vitalité qui fait que le vieil arbre, paraissant menacé d'une fin prochaine, n'en a pas moins donné naissance à de vigoureux rejetons?

Il est évident que l'habitude, si fréquente chez nos paysans, de conserver des châtaigneraies presque entièrement constituées par des arbres présentant cet état de délabrement, constitue un acte de mauvaise administration et qu'il est bien préférable d'abattre des moribonds pour les remplacer par de jeunes sujets.

*
* *

Doit-on supprimer complètement la plantation en quinconce et n'entretenir que des châtaigniers isolés ou en bordure?

Presque toujours les arbres constituant une châtaigneraie sont trop rapprochés les uns des autres. Alors la plus grande partie des branches ne reçoit pas directement les rayons du soleil et n'est pas en contact avec un air vivifiant. Ces branches-là ne donnent jamais de fruits.

D'une façon générale, on peut dire que le châtaignier isolé est d'un plus grand rapport qu'un châtaignier de même âge et de même force perdu au milieu d'une châtaigneraie.

Mais il est des coteaux qui, par leur situation, sont difficiles à cultiver et sur lesquels il vaut mieux planter des arbres que de faire venir des céréales dont le rendement ne sera pas en rapport avec les frais de culture. Dans nos pays accidentés, ces versants conviennent parfaitement à la plantation de châtaigniers. Le résultat sera très satisfaisant si on sait prévoir le développement que prendront ces arbres et les espacer suffisamment pour qu'ils n'arrivent jamais à se toucher.

La châtaigneraie n'offrira plus au promeneur la perspective de vastes espaces assombris par le dôme de verdure qui les couvre; on n'y ressentira plus, comme aujourd'hui, les bienfaisants effets d'une délicieuse fraîcheur; la méditation y sera troublée par les mille rayons du soleil que de

longues feuilles se recouvrant n'arrêteront plus. En revanche, ces rayons auront un effet salutaire ; ils accroîtront la vigueur de l'arbre et lui donneront l'état de santé nécessaire à une saine existence.

De plus, il faudra que le cultivateur apporte plus de soin dans l'entretien des arbres, qu'il enlève le bois mort et que, pour les fortes branches, il mastique les parties sectionnées, afin d'éviter l'infiltration de l'eau à travers les vaisseaux, détruisant peu à peu les cellules et déterminant la pourriture.

*
* *

Quels soins doit-on donner au sol d'une châtaigneraie?

Le labourer de temps en temps, afin d'aérer la terre, de la rendre plus perméable et de détruire les mousses.

Laisser les feuilles mortes sur place. Dans les bois où on enlève ces feuilles, il est reconnu que l'accroissement annuel des arbres est réduit au moins d'un quart. Ce n'est point que ces feuilles constituent un bon engrais, mais elles emmagasinent de l'eau de pluie qui, au lieu de descendre très rapidement vers le bas du coteau, entre petit à petit dans la terre et constitue un arrosage atteignant les racines les plus profondes du châtaignier.

Là où la chose est possible, où le grand écartement des arbres le permet, on pourra profiter du labourage pour obtenir une récolte de seigle ou de froment, en employant des phosphates qui augmenteront le rendement de la céréale tout en fournissant aux châtaigniers un élément de prospérité. Les bactérie dont la prévoyante Nature dirige et modère le développement, seront alors impuissantes à désorganiser un végétal en état de prospérer et de donner des fruits.

*
* *

En ce moment, je bornerai à ce qui précède ma réponse au désir manifesté par le comité local d'Ajaccio.

Toutefois, je dois encore prévoir l'objection suivante :

Les taillis de châtaigniers ont été envahis par les bactéries, saccharomycètes, ascomycètes, etc., *aussi bien que les vieux arbres.*

Mais d'abord il faudrait s'entendre.

S'agit-il de taillis nouvellement créés et provenant de semis, ou bien les taillis en question sont-ils constitués par de vieilles souches qu'on coupe tous les six ou sept ans ?

Dans ce dernier cas, ces taillis qui ont l'apparence de jeunes végétaux ne sont cependant que de vieux arbres aussi mal soignés que les châtai-

gniers à fruits et vivant depuis de longues années sur un sol qu'ils ont fini par épuiser.

La nature fait mieux les choses que l'homme. Elle a accordé aux végétaux les moyens de naître sur des sols neufs, soit qu'elle ait fourni aux graines des ailes ou aigrettes leur permettant d'aller germer loin des parents, soit que les rejetons produits par des rhizomes souterrains arrivent en rampant à rencontrer cette terre vierge qui leur fournira les substances nécessaires à un luxurieux développement.

M. le Dr Henri ARNAUD

à Montpellier.

UNE VILLE EXTRAORDINAIRE [5.51.4 : 44.84]

— Séance du 9 septembre —

CONFIGURATION DU SOL DE MONTPELLIER ET DES ENVIRONS

Comme l'indique le sous-titre de cette courte communication, c'est simplement d'une des villes de notre Midi qu'il est ici question, de la ville de Montpellier. Son territoire présente une configuration exceptionnelle, sur laquelle il m'a paru bon d'attirer l'attention des géographes pratiques, capables d'en saisir l'importance.

On y remarque d'abord un *petit plateau central*, d'une altitude absolue très modérée (n'atteignant pas 50 mètres), mais se distinguant pourtant avec netteté de la région juxtaposée, qui l'environne en ceinture et constitue la partie la plus déclive de la ville.

Cette dernière région est occupée seulement en partie par les boulevards actuels, mais je la crois destinée à devenir les vrais *boulevards naturels*.

Au delà de cette sorte de dépression, de *gouttière circulaire*, se trouve une rangée circulaire de petites *élévations*. J'en ai compté 18, qui forment une sorte d'enceinte, de *rempart naturel* autour du centre de la ville.

Entre elles se trouvent *18 passages naturels* (issues, portes, orifices), dont la plupart sont au-dessus du niveau des boulevards, mais qui néanmoins sont d'une altitude moindre que les *élévations* voisines.

Au delà de ces *élévations* ou *monticules de 1er rang* (première enceinte)

se trouve une seconde *dépression circulaire*, sorte de circonvallation naturelle dont le fond est souvent occupé par des cours d'eau.

La 2e *dépression* est elle-même entourée d'une 2e *enceinte naturelle*, composée aussi de *18 monticules*, ou petites *collines*, plus élevés, plus étendus, à surface plus inégale que ceux de la 1re *enceinte*.

On aperçoit au delà une 3e *dépression*, suivie d'une 3e *enceinte*, circulaires toujours. La *dépression* est plus large que les deux précédentes, et plus profonde, bien que le niveau moyen en soit plus élevé.

La 3e *enceinte* est très haute et très étendue. On y voit de véritables *petites montagnes*, dont l'une (pic Saint-Loup) dépasse 600 mètres.

Les *montagnes* sont encore au nombre de 18.

Cela fait, au total, en y comprenant le *plateau du centre*, *55 monticules* occupant le *territoire montpelliérain*, tous bien évidents et distincts les uns des autres.

Au delà de la 3e *enceinte* se trouve une *ceinture presque complète des eaux*, formée par les deux petits *fleuves* (ou rivières) de l'*Hérault* et du *Vidourle*, et par deux de leurs affluents les plus considérables (Amalou et Benovié), et enfin, au sud, par les étangs qui longent la Méditerranée.

Vient ensuite le reste des départements de l'*Hérault* et du *Gard*, dont nous n'avons pas à nous occuper pour le moment.

En résumé nous avons, au *centre du Midi*, un territoire essentiellement constitué : 1° par un *plateau central ;* 2° par une 1re *dépression* (ou vallée) *circulaire ;* 3° par une 1re *enceinte* (1er rempart) ; 4° par une 2e *dépression ;* 5° par une 2e *enceinte ;* 6° par une 3e *dépression ;* 7° par un 3e *rempart ;* 8° par une *ceinture* presque complète *des eaux*, formée principalement par deux petits *fleuves* (Mésopotamie). Le tout est *naturel*, ne doit rien à l'art humain.

A travers les 3 rangées de *monticules* et les *vallées circulaires* interposées serpentent 18 passages ou *routes naturelles*, qui, sans avoir entre elles de relation nécessaire, sans s'entrecouper ni se confondre, établissent les *communications naturelles* entre le *plateau central* et la périphérie.

Je donne ces faits comme positifs, incontestables ; les *routes* ont été constatées et parcourues avec soin par moi-même, et j'ai pu par suite percevoir nettement les monticules qui les bordent.

Chose curieuse : il n'y a rien de symétrique et de régulier dans les dispositions que je signale ; les *chemins* ne sont pas rectilignes, mais courbes et sinueux ; ils sont inégaux, dissemblables. Parmi les *hauteurs*, il n'y en a pas deux qui soient identiques ; et le *plateau* dit *central* n'est pas au *centre géométrique* de l'ensemble du territoire décrit. Il devait en être ainsi pour la beauté de la région ; car la variété est un élément essentiel de la beauté terrestre. Le pays Montpelliérain est donc remarquable par la diver-

sité des sites, sous laquelle se voile la configuration foncièrement géométrique du sol.

Dans mes voyages, soit en France, soit ailleurs, je n'ai jamais rencontré de pareilles particularités, et je n'ai jamais ouï dire qu'on en ait signalé de semblables.

On me permettra pour aujourd'hui de me borner à cet exposé sommaire des faits de l'observation pure, dont chacun pourra tirer les conclusions logiques.

M. Paul GOURRET

Sous-Directeur de la Station zoologique d'Endoume, Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

TOPOGRAPHIE ET FLORE DE L'ÉTANG DE BERRE ET DE SES DÉPENDANCES; COURANTS, DENSITÉ, TEMPÉRATURE, PROFONDEUR; DISTRIBUTION ET ROLE DES ALGUES ET DES NAIADACÉES.

— Séance du 10 septembre —

CHAPITRE PREMIER

I. — Étang de Caronte.

On peut considérer cet étang comme une région intermédiaire entre la mer et l'étang de Berre. C'est elle qui est à la fois la plus salée et la plus habitée. Elle comprend deux parties : l'une s'étend depuis la ligne des deux phares de Port-de-Bouc jusqu'aux bordigues de Caronte; l'autre depuis ces pêcheries jusqu'au Martigues, y compris le plan d'eau de Caronte, le Canal-Vieil et le Canal maritime.

Ces divers points sont parcourus par des courants oscillants qui apportent tantôt les eaux de la mer, tantôt ceux de l'étang de Berre. L'aération est constante, le brassement des eaux assuré. La densité est toutefois assez faible : la salure ordinaire varie de 2° à 2°,5 Baumé, pour s'élever en été, mais rarement, à 4° B. Sous l'effet des courants du Rhône entrant directement, on a constaté quelquefois 1° et même 0°,5 B. D'ailleurs, il faut remarquer que le canal d'Arles à Bouc aboutit en ce point. D'autre part, les salines versent leurs eaux-mères; mais cette dernière influence n'est pas considérable eu égard au volume des eaux.

Sous l'effet des divers courants, l'atterrissement de Caronte s'est peu à peu accentué, au point que le creusement des canaux a été indispensable pour rendre libre l'accès des ports du Martigues et de Bouc. On a mis à jour des multitudes de coquilles mortes d'espèces qui ne vivent plus dans l'étang. Il est clair qu'à une période peu ancienne, à la fin du quaternaire, peut-être encore durant la période historique, Caronte plus profond, recevant davantage les eaux salées de la haute mer, était une station marine comme le golfe de Fos. Actuellement, la faune de Caronte est incontestablement encore bien plus riche en individus et en espèces que celle de l'étang intérieur de Berre, et cette abondance ne tient pas certainement à la salure quelquefois plus élevée, mais ordinairement très proche de celle de l'étang (région du Martigues à la Mède); elle dépend plutôt de l'agitation des eaux et du voisinage plus immédiat de la mer. En tout cas, la richesse de la faune de Caronte contraste considérablement avec celle de l'étang de Berre.

La distribution des plantes saumâtres de Caronte ne paraît pas jouer un rôle prépondérant dans cette richesse faunique. De Bouc aux bordigues de Caronte, les Ulves ainsi que les Cystoseires abondent; les *Zostera marina*, les *Ruppia* et la *Cystoseira barbata*, plus communes que l'*Ulva lactuca*, bordent le Canal maritime pour se multiplier davantage dans le plan d'eau de Caronte où ces plantes sont accompagnées de *Sphærococcus*, de *Polysiphonia* et de Mélobésies. Certes, les Poissons et autres espèces trouvent un abri contre la chaleur excessive de l'été dans les prairies si denses de Caronte et des canaux du Martigues; mais, de bonne heure (juillet), les frondes de Zostéracées tombent et, si ce n'était les coups de mistral qui les rejettent contre la côte, leurs amas formeraient un milieu éminemment défavorable à la vie.

Le rôle de ces plantes apparaît plus nettement dans la production des atterrissements actuels. En suivant le canal maritime du Martigues aux Sèdes de Port-de-Bouc entre lesquelles sont plantées les bordigues de Caronte, on voit que ce canal est séparé du plan de Caronte par un espace assez large où les *Zostera marina*, principalement très compactes et venant à fleur d'eau, retiennent les particules vaseuses et les débris de toutes sortes entraînés par les courants. Ces particules s'accumulent au pied des frondes et constituent un dépôt très accentué, de sorte qu'on assiste à la séparation relativement prochaine du canal d'avec l'étang proprement dit. Cette séparation est déjà telle qu'une bette y passe dessus avec beaucoup de difficulté.

II. — Étang de Berre.

PREMIÈRE PARTIE : RÉGIONS LES PLUS SALÉES

(Martigues et les Trois-Frères; centre de l'Étang.)

a) Zone littorale émergée.

Les Zostères produisent dans l'étang de Berre, aussi bien que les *Posidonia Caulini* sur la côte de Provence, dans les stations ordinaires, des amas de détritus, de débris de frondes, que la vague chasse sur le rivage, dans les petites anses à fond sableux. Le phénomène est plus restreint dans l'étang; il se manifeste avec des plantes à feuilles plus minces, sous l'effet de vagues moins violentes, dans des calanques ou sur des plages moins vastes, mais les conditions biologiques sont les mêmes dans les deux cas. Pourtant, les apports de Zostères à la côte sont assez importants pour donner lieu à une industrie prospère, celle de ramasseur de varech, sur laquelle je donne plus loin des détails. Deux régions sont particulièrement favorisées à ce point de vue : la côte occidentale de l'étang à Tholon et l'anse de la Mède, y compris le Jaï. Les vagues y entassent en épaisse couche des frondes de Zostères qui abritent une association animale bien spéciale.

b) Zone littorale immergée.

(Du niveau de l'eau jusque vers 1 mètre de profondeur.)

Les Cystoseires et les Ulves bordent l'étang; dans les endroits très peu salés, le *Ruppia* prend le plus d'extension. Les *Zostera marina* se montrent dès cette zone, aussitôt que l'eau a quelques décimètres de profondeur; mais cette zone littorale de Zostères doit être signalée à part, à cause de l'abondance des Invertébrés qui se trouvent dans ces stations, tandis que la faune devient bien plus pauvre à mesure que l'on descend avec les Zostères jusqu'à 4, 5, 6, 7 mètres.

Dans les petites flaques un peu isolées entre deux bancs de roches soulevées et dessinant de petites calanques sur la côte des Trois-Frères, au lieu dit *les Barres*, poussent avec les Conferves des *Cystoseira barbata* qui se multiplient et prennent un grand développement sur la côte rocheuse, turo-sénonienne, souvent assez abrupte, des Trois-Frères au Martigues. Quelques-unes de ces Algues s'élèvent du fond jusqu'à la surface sur une hauteur de plus de 2 mètres. Les Zostères leur sont associées par petits amas épais, mais sans constituer les prairies régulières qui s'étendent de l'autre côté de l'étang sur des fonds plus uniformes.

A partir du niveau de l'eau jusqu'à plus de 1 mètre, les roches qui descendent à pic sont tapissées d'une épaisse couche de *Mytilus* dont les individus pressés n'atteignent qu'une faible taille, mais semblent de qualité comestible supérieure. Les Algues encroûtées et les Phéosporées se mêlent à ces Moules et reproduisent l'aspect des régions du golfe de Marseille à Mélobésies où les Moules prennent la forme *hesperiana*. Les Ulves, Polysiphonies et Entéromorphes abondent également au milieu de ces couches de Moules. Il convient de noter l'extrême vitalité de ces stations. Ce ne sont pas seulement les individus de même espèce qui y pullulent; la vie y est très variée et nulle part on ne voit une association aussi nombreuse d'animaux et de plantes. C'est là le résultat du brassement actif et constant des eaux. Les courants principaux longent toujours cette côte, à l'entrée comme à la sortie. C'est aussi en ce point que tous les essais d'aquiculture devraient être tentés.

Sur la côte occidentale, à Tholon, la faune littorale est riche aussi. La vie se montre très active au milieu des pierres et des plantes. Les Zostères poussent jusque près du bord à une très faible profondeur; les Cystoseires qui les accompagnent, leur succèdent ensuite. Les Ulves apparaissent, tandis que, près de l'embouchure de la petite fontaine de l'Arc, Entéromorphes et Conferves forment de petits îlots qui abritent de petits Invertébrés particuliers. Près de Ferrières, les Ulves acquièrent un développement excessif, mais un coup de gangui suffit pour montrer que le fond est occupé par un épais matelas de frondes de Zostères détachées de l'hiver dernier et non encore décomposées. On conçoit comment, alors que ces herbes se détruiront, le fond sera dans des conditions peu favorables à la vie des poissons.

c) Zone des prairies de Zostères.

(De 1 mètre à 5 ou 6 mètres.)

Depuis la côte, à partir de 1 mètre jusqu'à 5 et 6 mètres, il est facile de constater que la vie diminue notablement à mesure qu'on s'éloigne du littoral et que l'on descend plus profondément. La même constatation peut se faire en mer, dans le golfe de Marseille, où la faune de la côte et celle des prairies littorales de Zostères *(Posidonia Caulini)* sont incomparablement plus riches que celle que l'on trouve dans les parties profondes des prairies de Posidonies. Mais, comme ici, dans l'étang, sous l'effet de la diminution de la salure, les espèces susceptibles de s'accommoder des eaux saumâtres ne sont déjà qu'un faible contingent de la faune marine mère, on comprend que le contraste soit beaucoup plus sensible, beaucoup plus accentué, si bien que, dans les points les plus profonds des prairies qui couvrent les bords de l'étang, le filet ne ramène que peu d'animaux.

d) Zone intermédiaire entre les Zostères et les fonds vaso-sableux.

Fonds sablo-vaseux côtiers avec Zostères et Cystoseires.

(De 2 à 3 et 4 mètres.)

Les Zostères forment des prairies depuis la côte jusqu'à la profondeur de 6 à 7 mètres et même 9 mètres sur des sols résistants. Mais, en certains points où le sable et la vase sont en plus grande masse, les Zostères sont moins denses. Leurs rhizomes sont engagés dans une boue sableuse noirâtre et d'une odeur forte; les frondes ne sont pas très hautes et s'élèvent au milieu des *Cystoseira barbata* de fortes dimensions.

Ce facies, qui est comme une sorte de *broundo côtière* dans les eaux saumâtres, se présente notamment le long de la côte sud vers les Trois-Frères, à une centaine de mètres du rivage et à une profondeur de 3 à 4 mètres.

Dans ces stations, les Moules, qui sont très abondantes dans la zone littorale et diminuent dans les vraies prairies de Zostères, se multiplient de nouveau en formant de véritables bancs au milieu des rhizomes et sur le sable vaseux, et atteignent une grande taille.

e) Zone profonde.

1° Fonds vaseux et fonds de sables vaseux, de grès et de sable.

(De 5 à 10 mètres.)

Au large de la Mède, par le travers des Trois-Frères, la profondeur étant de 6 à 8 mètres, le fond est sablo-vaseux, avec prédominance de sable, ce qui détermine un facies un peu particulier. Les Molgules y sont grandes et, tandis que vers le milieu de l'étang elles se couvrent de Floridées, elles agglutinent ici de petits graviers, ce qui épaissit fortement leur tunique et leur donne un aspect qui pourrait faire croire à une autre espèce. Comme plantes, il n'y a guère que des Cystoseires couvertes par une grande éponge digitée (Subéritidée).

2° Espaces sablo-vaseux profonds (Sphærococcus et Moules).

Ces fonds bordent les Zostères et occupent la majeure partie du centre de l'étang. Ils commencent par 4 à 5 mètres et descendent jusqu'à 10 mètres; mais, à cette limite qui est la profondeur maxima de l'étang, la vase domine et elle est impure. Les pêcheurs disent que les fonds sont trop *bruts*. Dans les points où le fond est plus résistant, par 5, 6 et 7 mètres, une Floridée croît en abondance : c'est le *Sphærococcus confervoides* var.

ramulosus. Au milieu sont des bancs de Moules avec des masses de coquilles mortes parmi lesquelles on remarque des valves très érodées et très usées de *Pecten glaber* qui n'existe plus vivant dans l'étang. Il est évident que cette espèce, si commune dans les débris de cuisine des stations romaines des bords de l'étang, a disparu depuis la période historique, ce qui semble indiquer un appauvrissement progressif de la faune sous l'effet de la diminution de salure. Il en est de même de la *Modiola adriatica* dont on ne trouve que des valves.

3° Fond vaso-sableux du milieu de l'étang à moitié distance des Trois-Frères et de la pointe de Berre, centre de l'étang.

La sonde accuse seulement une profondeur de 9 mètres. Les pêcheurs de Moules qui travaillent dans ces fonds estiment exactement la même profondeur. Ces observations tendraient à faire admettre que, depuis l'époque où a été dressée la carte de l'étang, les atterrissements ou du moins les dépôts alluviens ont fortement modifié ces fonds, qui étaient indiqués à 10 mètres et $10^{m},50$. Il faut remarquer que l'Arc s'est grossi des eaux sales du bassin de Réaltor et que la Touloubre et les canaux d'arrosage ont roulé depuis des eaux de Durance peu limpides, ramenant ainsi artificiellement, par l'effort des hommes, les eaux du versant des Alpes, qui, autrefois, aux époques pliocène et quaternaire, se déversaient naturellement à travers la Crau dans l'étang de Berre.

La pêche n'est pas complètement infructueuse dans ces fonds constitués par un sable légèrement vaseux, résistant, sur lequel croissent les *Sphærococcus confervoides ramulosus* et dans lequel vivent par milliers les *Corbula gibba*. On ne voit guère que ce Mollusque. D'autres espèces peuvent s'y rencontrer sans doute, mais les Corbules donnent le facies du fond. On a sous les yeux un fond à Corbules, comme on en reconnaît dans les dépôts d'estuaire de la période miocène, à Carry par exemple, dans les argiles de la montée du cimetière. Dans les eaux plus salées du golfe de Marseille, les Turritelles s'associent pour constituer des fonds d'un facies certes différent, mais analogue toutefois à cause de la prédominance excessive d'une espèce de Mollusque qui, par sa pullulation, exclut presque entièrement tous les autres.

4° Fond de sable solide (gréseux et légèrement vaseux). Région voisine de la pointe de Berre, dite *lou Ban noou*.

(Profondeur : 8 mètres.)

Dans cette région appelée par les pêcheurs *lou Ban noou*, ce qui indique l'établissement récent d'un banc de Moules, le fond, un peu en dehors de la station à Corbules, présente toujours même abondance de *Sphærococcus*.

On y recueille quelques Moules plus petites que vers les Trois-Frères. Mais, en ce point, la physionomie est notablement différente. Aux Trois-Frères, les Moules abondent dans un fond sablo-vaseux et au milieu d'elles il y a de grosses *Ascidiella*, quelques petites Molgules et des espèces variées de Bivalves, parmi lesquels la Corbule n'existe pas. Ici, les Moules sont moins abondantes et la Corbule pullule, subordonnant les autres espèces (*Tapes*, *Cardium*, *Cyclonassa*, *Nassa*, etc.), Les Molgules y sont plus grandes, plus propres, moins encroûtées de *fouragi* (*Sphærococcus*) et plus communes ; par contre, les *Ascidiella* sont plus petites, plus rares et couvertes davantage de tubérosités brunes.

DEUXIÈME PARTIE : RÉGIONS INTERMÉDIAIRES

(Le Jaï jusque vers la pointe de Berre.)

Les plages sableuses qui longent le Jaï, dans l'étang de Berre proprement dit, ont une physionomie spéciale. Ce sable provient principalement des alluvions de l'Arc chassées par les coups de vent et les mers de mistral. Il tasse fortement au point de n'être que très difficilement entamé par la drague. En certains points, quelques espaces herbeux se montrent. D'ailleurs, les Zostères et les grandes Floridées filamenteuses ne sont pas loin de la côte ; à une distance de 300 à 400 mètres, avec déjà une profondeur de 5 à 6 mètres, le fond est constitué par une boue terreuse et sableuse, jaune, dans laquelle il est facile de reconnaître les sédiments entraînés par les grandes crues de l'Arc et des ruisseaux voisins.

Les eaux sont relativement peu salées dans cette région du Jaï, à cause de l'influence de l'étang de Bolmon qui reçoit les eaux d'une vallée importante. Lorsque l'afflux des eaux douces est considérable, la salure descend à 1°,5 B., mais elle peut s'élever à 2°,6 B.

Il convient de noter l'excessive abondance de Mollusques et de Varechs, *(Zostera marina)* que la vague rejette sur le Jaï par les coups de mistral. L'espèce dominante est le *Corbulomya mediterranea*, représenté par plusieurs centimètres d'épaisseur sur une longueur de plusieurs mètres ; lui sont associés *Syndosmya ovata*, *Tellina exigua*, *Cyclonassa neritea*, etc.

TROISIÈME PARTIE : RÉGIONS LES MOINS SALÉES

(Vaïne, Merveille, le Canet, Saint-Chamas, Côte d'Istres.)

a) Étang de Vaïne, Côte de Rognac.

La plage, entre le Jaï et les parties marécageuses de la Tête-Noire, est dure, sableuse ou même, par place, couverte de petits galets. Les roches de la formation géologique de Rognac se montrent aussi partout.

Les eaux sont très vives dans cette région secondaire de l'étang de Berre. Les Cystoseires y abondent. Zostères et *Ruppia* s'y rencontrent et les Conferves recouvrent le tout. Mais ce qui donne un facies particulier à cette station, c'est l'abondance des *Acetabularia* qui y occupent de bien plus grandes surfaces qu'ailleurs et notamment à Merveille, et qui, du reste, y atteignent un développement en hauteur considérable.

b) Baie de Merveille

Cette baie, qui rattache le Canet aux alluvions de l'Arc formant la pointe et les terres basses de Berre, constitue un petit golfe d'une profondeur uniforme de $1^{m},50$ à 2 mètres. Partout croissent les *Zostera marina* dont les frondes se détachent en juillet et forment des radeaux qui s'échauffent considérablement, si bien que l'on trouve à 2 heures de l'après-midi, en divers points, 29° centigrades à la surface et 29° centigrades aussi au fond. Ailleurs, le thermomètre s'élève à 29°,3, 29°,8 et enfin 30° centigrades aussi bien au fond qu'à la surface. Cette excessive chaleur est à remarquer. Nulle part, sur nos côtes, on n'a constaté de tels échauffements. Cependant, sous l'effet du courant venant de Berre et de l'apport des ruisseaux, l'eau est assez pure et les animaux résistent à cette température tropicale. La densité varie de 1°,7 à 2° B. suivant les points.

La zone côtière offre des Ulves et des Cystoseires recouvrant des roches et des pierres mobiles, tandis que la prairie de Zostères s'étend plus au large avec la faune ordinaire de ces stations où la salure de l'eau peut descendre à 1°,4 B.

c) La Pointe du Canet.

Cette pointe est une station intéressante et bien particulière. Elle limite, à l'Ouest, le golfe de Merveille où les Zostères forment une prairie très vivace malgré les alternatives dans les changements thermiques. L'apport abondant des eaux douces de la source du Canet et du courant très fort de Merveille explique encore cette richesse particulière de la station. Les bêtes de l'étang se rendent là où les eaux douces se déversent ; la pêche y est toujours efficace, en été comme en hiver.

Au Canet, la source du Pavillon se jette à l'étang. En ce point la plage est basse et, autour de l'embouchure de la source, le densimètre indique 1°,3 à 1°,7 B., c'est-à-dire les densités assez fortes de cette portion de l'étang.

Les *Ruppia* et les Zostères sont très abondantes. Au milieu des *Ruppia*, tout près de la côte, s'est formé un vrai tapis d'*Acetabularia*. Cette Algue prend un développement original. Les pédoncules sont excessivement

longs, les tissus sont verts et très peu encroûtés. Il conviendrait de distinguer cette forme de l'*Acetabularia* par un nom spécial. Indépendamment de cette modification morphologique, il faut remarquer l'abondance de cette Algue que l'on n'aperçoit nulle part en tapis aussi denses ni aussi étendus.

d) La Pointe doou Toï.

Cette pointe limite le golfe du Pesquié qui correspond à la rive ouest de l'embouchure de la Touloubre ; celle-ci s'ouvre au point dit *la Signolo.*

Les alluvions de la Touloubre, devenue trouble par suite de l'adjonction des eaux de la Durance (canaux d'arrosage), sont portées de l'Est à l'Ouest et produisent les atterrissements de la pointe doou Toï, qui s'avance au large. Vers l'Est, l'embouchure de la Touloubre est limitée par la côte ferme, rocheuse, escarpée de la Coustiero, constituée par des couches néocomiennes. Entre la pointe doou Toï et la Coustiero se dessine le petit estuaire de la Touloubre reproduisant sur une échelle amoindrie tous les phénomènes que les cours d'eau plus volumineux offrent à leurs embouchures : plage basse et marécageuse, eaux troubles formant une nappe superficielle bien circonscrite, presque douce, accusant 0°,7 B., alors qu'à 1 décimètre seulement de profondeur la salure est déjà de 1°,7, Plus à l'Ouest, la densité s'élève jusqu'à 2° B., à 3 mètres de profondeur; plus à l'Est, exactement en face de l'embouchure de la Touloubre, la mince nappe superficielle ne donne que 0°,3 B. avec une température de 26°,5.

Il est curieux de constater que dans cet estuaire à la surface duquel coule une mince couche d'eau trouble et presque douce, la vie est très abondante. Les animaux pélagiques eux-mêmes y pullulent. Les Loups et les Muges se rassemblent aussi à cette embouchure et, d'ailleurs, il est aisé de voir que les oiseaux de mer eux-mêmes, Mouettes et Goélands en été, Canards et Foulques en hiver, se donnent rendez-vous dans le même point où la nourriture est plus copieuse en tous temps que partout ailleurs.

Les prairies de Zostères s'étendent en ce point, mais moins régulières, car le fond est occupé par une vase noire gluante, surtout près de la côte marécageuse. Aux Zostères sont associées des Ulves, qui s'étalent à la surface.

e) La Coustiero.

A mesure que l'on s'éloigne du courant de l'embouchure de la Touloubre, en se dirigeant à l'Est vers la Coustiero, la densité atteint promptement à la surface 1°,9 B. au lieu de 0°,7 et de 0°,3 B,, et l'échauffe-

ment augmente aussi. Des radeaux flottants de frondes de Zostères se présentent à chaque instant. Ces débris végétaux s'échauffent considérablement sous les rayons ardents du soleil. Par moment, à l'époque de la canicule, la main plongée au milieu des radeaux herbeux ressent une pénible impression de chaleur, bien que l'air soit étouffant. Le thermomètre accuse au milieu de ces herbes jusqu'à 37° et 40° centigrades. On comprend bien comment ces masses deviennent des foyers d'échauffement. D'ailleurs, toute la nappe d'eau commence, vers la mi-juillet, à marquer dans toute son épaisseur, de la surface jusqu'à 2 mètres et 2^{m},50, une température de 28° centigrades. La température s'élèvera encore. Nous sommes ici assez au large et sous l'effet des courants du centre de l'étang qui viennent du Martigues par les Trois-Frères et la pointe de Berre. Les Poissons subissent en ce point de rudes conditions et on ne s'étonne pas de rencontrer à la surface de grosses Anguilles mortes. Ce fait se renouvelle chaque année. Les Muges eux-mêmes peuvent être atteints.

f) Golfe de Saint-Chamas.

Cette portion de l'étang est peut-être la plus intéressante, car elle représente les stations où la salure atteint son moindre degré. C'est, en effet, le point le plus éloigné du canal de communication avec la grande mer, et c'est par suite la région où l'effet des eaux douces se déversant à l'étang se fait le plus sentir. Les canaux d'irrigation déversent à Saint-Chamas un volume d'eau douce considérable. Ce sont des eaux de la Durance chargées de sédiments et qui atterrissent le fond de l'étang assez rapidement depuis quelques années, dans les parties réservées à la Poudrerie. Vers les Ragues, la Touloubre, également grossie par les eaux des canaux de la Durance, donne un débit croissant depuis une quarantaine d'années, et les sources sous-marines, *lei Laouroun*, qui sourdent dans l'étang, principalement vers Baraban, sont alimentées par des irrigations croissantes. Et cependant les vieux pêcheurs disent que la salure, qui ne dépasse guère 1°,8 B., a augmenté depuis une période de temps encore plus longue, depuis le creusement du canal maritime de Caronte qui a dû, en effet, augmenter la salure jusque dans ce point éloigné de l'étang, où le courant d'entrée de Caronte se fait sentir, longeant la plage de Merveille et des Ragues, c'est-à-dire la côte est et nord-est, pour se perdre ensuite dans les eaux moins denses qui descendent très lentement tout le long du littoral ouest de Baraban jusqu'au Calaraou. On comprend que les conditions topographiques du golfe de Saint-Chamas aient entraîné des variations physiques et biologiques plus intenses que partout ailleurs. Les pêcheurs, du reste, en donnent le témoignage d'une manière très énergique. Ils disent que la pêche devient impossible à Saint-Chamas depuis le creusement de Caronte.

Ce qui a servi les Martégaux, dont les fonds reçoivent plus de Poissons d'espèces variées entrant de la grande mer, est devenu une désolation pour eux. La salure augmentant, même faiblement, a tué *lou gramé*, une plante submergée *(Potamogeton pectinatus)*, qui croissait partout et dont les frondes vivaces protégeaient le Poisson de la chaleur trop intense en été sur les fonds dénudés et du froid en hiver. Ce gramé est mort, il a cédé la place aux *Zostera marina* et aux *Ruppia maritima* que les eaux sales d'irrigation favorisaient aussi. Ces plantes tombent leurs feuilles en été, au contraire des gramés. Leurs débris s'entassent, se décomposent, pourrissent les eaux, les chargent de gaz nuisibles, et le Poisson s'éloigne. Ce n'est que vers les Ragues où le courant est encore assez fort que l'aération du fond permet la multiplication des espèces. Il est même curieux de voir que la diminution de salure ainsi que le voisinage d'une petite ville, malgré les conditions contraires qui s'établissent, favorisent encore particulièrement la faune, qui semble plus riche, plus variée qu'ailleurs. Il est clair que, si à ces causes de multiplication s'ajoutait la pureté du fond telle que nous la décrivent les pêcheurs, alors que le fameux *gramé* formait des tapis au milieu desquels les êtres nageaient dans des eaux limpides, le golfe de Saint-Chamas serait la portion la plus riche en Poissons de tout l'étang.

Dans cette région du golfe de Saint-Chamas où l'on rencontre les eaux les moins salées et les plus sales, il faut encore distinguer cependant des stations particulières et notablement différentes les unes des autres.

Nous indiquerons d'abord que la côte des Ragues, malgré le voisinage de l'embouchure de la Touloubre, est celle où les eaux sont toujours le plus pures sous l'effet des courants qui arrivent du Martigues, droit dans le centre de l'étang et portant au delà des embouchures de l'Arc et de la Durançole, sur la côte suivie par la ligne du chemin de fer.

Des Ragues à Saint-Chamas, le long de la côte, à peu de distance du bord, les prairies de *Zostera marina* et de *Ruppia maritima* avec une sorte de Cystoseire mince sont assez épaisses ; elles s'étendent, d'ailleurs, d'un rivage à l'autre jusqu'à Baraban en face ; mais la boue s'accumule vers la côte de Baraban et vers le milieu, tandis que le fond est plus vif aux Ragues ; elles s'étendent, d'autre part, vers la pointe *doou Toï*, en contenant de nombreuses sources sous-marines, parmi lesquelles il y a lieu de citer la source *dou Pelous*, qui jaillit, vers la pointe, à 50 mètres du bord, mais à peu de hauteur au-dessus du niveau de l'étang, ainsi que la source dite *lei Founs dei rago*. Dans ces eaux pures et vives, depuis le Toï jusque vers le port de Saint-Chamas, croît une *Zanichellia* à feuilles plus étroites que *Z. palustris*, mais différente par son fruit du *Z. palustris*, var. *repens*. Cette Zanichellie, bien que subordonnée aux Zostères, forme, par place, un tapis très épais. Elle se retrouve sur la côte opposée de Baraban et au fond

de la Manche, de Saint-Chamas. L'*Acetabularia* en îlots épars complète, avec les Ulves, la flore de cette station. C'est dans ces Zostères des Ragues que les pêcheurs vont d'ordinaire traîner leurs filets ou poser leurs engins. Les Muges, Loups, Anguilles, Gobies, Crénilabres et Athérines sont les espèces habituelles. Il y a donc en ce point une vraie prairie de Zostères comme à Tholon, près du Martigues, et plus riche encore, plus habitée et nourrissant parfaitement les Poissons. Les pêcheurs de Saint-Chamas le reconnaissent, mais ils assurent qu'autrefois, avec des eaux moins salées, la prairie était aussi riche et, l'hiver venant ou les fortes chaleurs sévissant, le poisson trouvait des points où l'herbe *gramé* correspondait à des eaux plus vives, plus fraîches en été, plus chaudes en hiver.

Dans la région voisine de la ville de Saint-Chamas il y a lieu de distinguer une zone littorale immergée et une prairie de Zostères.

1° Zone littorale immergée.

Le canal de la Poudrerie débitant dans le fond du golfe une masse d'eau boueuse considérable, les atterrissements sont rapides. Les pierres de la jetée sont couvertes de Conferves. On ne voit plus la Cystoseire. Les *Zostera* forment cependant des prairies très denses avec Ulves et Zanichellies, et, dans le fond de la Manche, là où les *Typha* forment un rideau entre l'eau et la terre ferme, les *Ruppia* leur succèdent. Les Loups, les Muges, les Gobies et les Anguilles arrivent jusque près du rivage. Quant aux Crénilabres, ils restent au large, plus profondément, dans les Zostères. Enfin quelques Poissons des eaux douces, habitant d'ordinaire le canal de la Poudrerie, se laissent entraîner jusque dans le fond de l'étang.

2° Prairies de Zostères et de « Ruppia », le long de la jetée de la Poudrerie et vers le port de Saint-Chamas.

Les herbes poussent sur un fond qui s'élève tous les jours sous l'effet des apports vaseux des canaux. Les eaux y sont presque toujours troubles et, par place, on rencontre à la surface des courants qui ne donnent, avec une température de surface de 25° centigrades, qu'une densité de 0°,5 B. Ailleurs, la densité de surface est 1°,4. La profondeur maxima atteint 2 mètres et on peut constater des différences de température de 1 à 2 degrés suivant les points et la profondeur. Les eaux douces de surface et celles arrivant du fond déterminent des remous qui rendent les observations fort contradictoires en apparence. Cependant les oscillations ne sont comprises dans les salures qu'entre 0°,5 B, à la surface et 1°,7 B. au fond à 2 mètres, pour des températures moyennes de 25°,2 à la surface et 23°,5 au fond.

Dans ces stations le fond est très boueux ; pourtant les *Zostera* et les

Ruppia consolident, par place, la couche sous-marine, de sorte que l'on peut traîner à bras, à l'aide du moulinet, un petit gangui. On y voit quelques Poissons qui, évidemment rares aux Ragues, affectionnent, au contraire, ces eaux boueuses et d'une salure faible et irrégulière. Parmi ces espèces, la plus remarquable est incontestablement l'excellent Pleuronecte, appelé ici la *larbo* (*Flessus passer*). Les Muges et les Loups sont plus communs aussi. Les Anguilles sont dans le même cas. Malheureusement la prairie de Zostères et de *Ruppia* tombe ses frondes déjà en fin juin, pour ne repousser qu'en avril. Dès les premiers jours de juillet, d'épais tapis de ces herbes s'étendent de la surface au fond, gênant la rame et commençant à se décomposer et à rendre les eaux bien peu habitables en été.

g) Sous Baraban.

(Côte ouest du golfe de Saint-Chamas, en face de la ville.)

Les eaux douces abondent. Les débris végétaux y sont entraînés par les courants et les eaux deviennent absolument puantes en juillet. Malgré un dépeuplement fortement accentué, les Moules persistent vivantes à la côte avec les *Paractis striata* et les Sphéromes.

Plus au large, les eaux des *laouroun* du fond ravivent un peu la station. La densité descend, en juillet, à 0°,2 ou 0°,3 B.; l'eau est presque potable à la surface. C'est le *laouroun de la Peiriero*, en face de Baraban. Au fond, à côté de la source, la salure est de 1°,8 B. et la température dans ce fond, à 4 mètres, n'est que de 22°,8, tandis qu'elle est de 25°,5 à la surface.

Les prairies du fond, à 4 mètres, sont formées de Zostères, mais la vie y est bien plus pauvre qu'aux Ragues.

h) Côte d'Istres.

(Entre le canal souterrain de l'étang de l'Olivier et le long de la côte de Saint-Pierre et de Ranquet.)

Les eaux douces des canaux d'irrigation se déversent en abondance à la hauteur d'Istres, par les canaux de Boisgelin et de Craponne. Ces eaux, venant de la Durance, sont boueuses. Les mêmes conditions que vers Saint-Chamas se reproduisent aussi sur cette côte, jusque vers la montagne de Calaraou. Dans les premiers jours de juillet, les eaux marquent 1°,3 B , avec une température de surface de 25° centigrades.

Les débris de Zostères et de *Ruppia* sont portés à la côte par les courants et y forment d'épais tapis, déjà puants, au milieu desquels les *Laodice cruciata* s'agitent. Dans les endroits bas, la vase et les détritus végétaux forment une bordure dans laquelle se trouvent émergés les Truncatelles et

les Amphipodes habituels de l'étang. Dans les parties rocheuses, au niveau de l'eau, les Moules s'établissent au milieu des Conferves et des Corallines, des *Ulva lactuca* et des *Ceramium*.

La fauve est notablement appauvrie.

III. — Étang de Bolmon.

Il est séparé de l'étang de Berre par des sédiments très probablement quaternaires, que l'on nomme Jaï. Celui-ci commence près de la Mède, pour finir aux environs de Vitrolles. Dans son milieu, dont l'origine est la plus ancienne, il est formé de sable gris avec cailloux roulés, empruntés au crétacé voisin et débris de coquilles, parmi lesquelles dominent les *Ostrea* et les *Pecten*. En forme de dos d'âne, le Jaï s'incline, d'une part, vers l'étang de Berre, pour se continuer avec une plage sableuse assez étendue et, d'autre part, vers l'étang de Bolmon, où il devient vaseux et même, suivant les points, tout à fait marécageux.

La séparation du Jaï n'est pas telle qu'à travers le sable dont il est formé ne s'écoulent vers Berre les eaux bien moins salées de l'étang de Bolmon. D'ailleurs, la communication entre les deux étangs est assurée depuis longtemps par trois tranchées dans lesquelles, aux époques réglementaires, sont plantées des bordigues. Par ces tranchées ou canaux, se sont établis des courants d'entrée et de sortie des eaux, de sorte que la salure de l'étang de Bolmon offre de fréquentes variations.

Ces variations sont augmentées encore par le plus ou moins grand débit du ruisseau de la Cadière qui se déverse sur la côte est de Bolmon. Dans la période des pluies, surtout quand celles-ci sont abondantes, les eaux sortent de Bolmon comme si une vraie rivière passait par les canaux des Bordigues. Cet afflux excessif d'eau douce entraîne momentanément le dessalement complet de Bolmon, dont les eaux peuvent marquer 0° B., avec une température de + 5° centigrades (janvier). La profondeur maxima atteint alors au centre de l'étang $2^{m},50$, contre $1^{m},75$, en été. Dans la période de sécheresse et, en général, pendant l'été, la densité se modifie suivant les points. A l'Esteou, qui est un peu en dehors du courant normal de la Cadière, elle oscille ent 0°,6 et 1°,5 B. ; au centre de l'étang, parcouru par ce courant, elle n'atteint que difficilement 1°,2 B. ; à l'embouchure même du ruisseau, elle est de 0°,1 pour marquer à 150 mètres au large 0°,5 et même 0°,7. Quant à la salure des canaux des Bordigues, elle est, avec les eaux entrantes, de 2°,1, 2°,4 et 2°,5 B., par des températures de 23 à 26° centigrades. D'une manière générale, la partie orientale et le centre de Bolmon marquent en été une densité moyenne de 1° B. contre le double au moins sur la rive opposée. Cet écart explique les différences fauniques des deux régions est et ouest de l'étang, la première comprenant un mélange

d'espèces saumâtres et d'eau douce, la seconde donnant asile à des types qui affectionnent davantage les eaux salées.

Dans cet étang, en été, les eaux atteignent un degré de température excessif et les phénomènes qui en résultent entraînent une grande mortalité de Poissons. En hiver, par contre, lorsque le froid est rigoureux, toute la surface se prend. On sait que peu d'espèces sont susceptibles de se plier à ces changements si considérables dans la température. Aussi, indépendamment du faible degré de salure, existerait-il des causes suffisantes pour diminuer le nombre des espèces d'animaux. Cependant, depuis le creusement du canal maritime de Caronte, l'étang de Berre se peuplant davantage, il advient que beaucoup d'espèces autrefois inconnues se montrent maintenant même dans Bolmon. Mais, en dehors de l'intérêt scientifique, et en se plaçant au point de vue de la vitalité des pêcheries, il y a lieu de remarquer que l'apparition de quelques espèces nouvelles, du reste très peu représentées, n'a pas compensé la disparition presque générale des Poissons lacustres qui, en hiver, étaient une sérieuse source de revenus et que les pêcheurs ne retrouvent que dans les années très pluvieuses.

Les fonds sont, près du bord, constitués par un sable jaune clair, vaseux, avec coquilles mortes de *Cardium edule* et, par place, petits galets provenant des crues de la Cadière. Dans cette zone côtière s'élèvent les Polysiphonies associées à la *Zanichellia palustris*. Celle-ci forme une véritable prairie qui, dès la fin de mai, commence à émerger. Elle est très vivace et semble refouler vers le centre de l'étang les *Chara fœtida* qui s'étendent en un tapis très dense. Zanichellies et *Chara* atténuent par leur développement les effets de la chaleur, en offrant un asile aux Poissons et aux autres espèces. Il n'en est pas de même des Ulves, qui poussent aux environs de l'embouchure de la Cadière et sur une longue étendue de la rive occidentale et qui entrent en décomposition dès juin. Quant aux Zostères, elles font défaut, mais la *Ruppia maritima* existe.

Plus important encore est le rôle des Zanichellies et des *Chara*, si on considère qu'elles sont un attrait pour les Canards sauvages et les Foulques dont les nombreuses compagnies élisent domicile chaque hiver sur l'étang de Bolmon et dans les marécages, plantés de joncs, de *Carex* et de roseaux et qui le bordent au Sud et à l'Est. Ces oiseaux donnent lieu en hiver à des hécatombes qu'on peut qualifier d'excessives, mais qui sont une source de revenus pour le territoire de Marignane.

IV. — Étang de Labillon.

Cet étang a été distrait de celui de Caronte par l'établissement de la jetée occidentale du Canal maritime. Pourtant, il communique encore avec ce dernier par un petit canal qui sert à l'alimenter. Sa profondeur atteint dif-

ficilement 1 mètre. La densité de ses eaux est, d'une manière générale, semblable à celle du Canal maritime. Toutefois, en été, sous l'effet d'une active évaporation, elle arrive à 4° B., comme en hiver elle peut descendre. sous l'influence des pluies, à 1°,8 B. L'échauffement est considérable et des températures de 31° centigrades sont normales en juillet-août, tandis que les eaux se prennent facilement en janvier-février. Néanmoins cette station est fréquentée en tous temps par les Poissons. Cela tient sans doute à la pureté et à l'aération constante des eaux.

Le fond, du côté nord, forme un marécage peu étendu, avec dépôts coquilliers de vase grise ; l'eau y est stagnante et les *Carex,* que les habitants appellent *Sarettes*, y croissent en s'accommodant de plusieurs degrés de salure. A ces plantes succèdent immédiatement les Ulves, qui croupissent à la surface et les Polysiphonies. Puis le fond devient un fond coquillier sur vase grise, mais jaunâtre à la surface. Les coquilles appartiennent, pour la plupart, à des espèces vivantes. On trouve aussi de belles et vieilles coquilles d'Huîtres, de gros *Cerithium vulgaris* également subfossiles, etc. Sur ce fond, parsemé de pierres et de coquilles, croît l'*Acetabularia*, semblable à celle de l'étang de Berre, à laquelle se joignent la *Zostera maritima*, le *Sphærococcus palmetta* var. *pinnatus*, le *S. confervoides* var. *ramulosus*, sans compter les Corallines et les Mélobésies.

A une profondeur de 40 centimètres, le fond est une vase dure coquillière sur laquelle croît en abondance le petit *Chara crinita* encroûté de Mélobésies. Avec lui pousse la *Cystoseira barbata.*

Malgré sa faible étendue, le Labillon est extraordinairement riche en Invertébrés : *Trochus adriaticus*, *Cyclonassa neritea*, *Mytilus cylindraceus*, *Syndosmya ovata*, *Cardum exiguum*, *Paractis striata*, *Anemone sulcata*, var. *pusilla*, *Suberites massa*, *Subéritidée digitée*, *Sphæroma serratum*, *Idotea tricuspidata* pullulent littéralement et il serait malaisé de dire laquelle des espèces est la plus commune.

CHAPITRE SECOND

Observations botaniques spéciales.

Sphærococcus confervoides, var. *ramulosus*, Kutz.

(Kutzing, *Tab. Phyc.* t. XVIII, pl. LXXII c.)

Il existe, dans l'étang de Berre, un *Sphærococcus* absolument identique à la figure que donne Kutzing d'une Algue de l'Adriatique, que l'auteur allemand considère comme une simple variété du *Sphærococcus confervoides*. Cette question réservée, il est intéressant de signaler cette forme dans l'étang de Berre et le rôle important qu'elle y joue.

On la trouve dans les stations les plus profondes, sur les sols vaseux et sablo-vaseux, où les Moules forment des bancs. Elle y est presque la seule Algue et elle atteint des dimensions considérables. J'ai vu des touffes de 1 mètre. Elles se fixent au milieu des Moules ou sur le sol, et les Ascidies (*Ascidiella* et *Molgula*) trouvent sur elles des points d'attache; les Molgules les agglutinent avec leurs courtes villosités. Les pêcheurs l'appellent *lou fouragi*.

Ce *Sphærococcus* pousse aussi dans le petit étang de Labillon, dans une eau marquant de 1°,6 à 4° B., la température pouvant s'élever à 31° centigrades.

Il croît enfin abondamment dans l'étang de Caronte, notamment au voisinage du Gros-Mourre, dans des eaux marquant 2°,6 B. par 16° centigrades.

Sphærococcus palmetta var. *pinnatus*, Meneghini.

(Kutzing, *Tab. Phyc.* t. XVIII, pl. C.)

Dans le canal des Bordigues (Martigues) et l'étang de Labillon existe un *Sphærococcus* dont le port rappelle celui du *S. ramulosus* représenté par Kutzing et provenant des Antilles (*loc. cit.*, t. XVIII, pl. X). Mais l'Algue du Martigues n'a pas les divisions terminales aiguës; celles-ci sont plutôt arrondies et, par ce détail, ce *Sphærococcus* se rapproche davantage du *S. palmetta* var. *pinnatus* que Meneghini cite de la Dalmatie. Pourtant il n'y a pas identité absolue : la forme provençale est sensiblement moins large et paraît constituer une race locale, de même que la forme dalmate.

Polysiphonia arenaria, Kutz.

(Kutzing, *Tab. Phyc.*, t. XIII, pl. XXXV.)

La détermination des Polysiphonées est, on le sait, très épineuse. C'est cependant sans hésitation que je rapporte à la *Polysiphonia arenaria* de la Baltique, décrite et figurée par Kutzing, une espèce qu'on trouve en assez grande abondance, associée au *Sphærococcus* dans la vase sableuse à Moules par 8 et 9 mètres de profondeur.

Cette Algue est d'une teinte rouge-brun. Elle est en touffes peu denses, à ramifications rigides et assez peu nombreuses. Les détails de la structure correspondent avec les figures de Kutzing. L'habitat dans les eaux saumâtres se trouve identique dans les deux régions.

La même Polysiphonie croît même dans les points les moins salés de l'étang de Bolmon, là où les eaux marquent de 0°,6 à 1°,5 B.

Cystoseira barbata, Ag.

Les Cystoseires, si communes dans l'étang de Berre, sont identiques à la *Cystoseira barbata* telle qu'elle est dessinée par Valiante (1). Elles portent de belles vésicules aérifères.

Cette Cystoseire est une espèce côtière répandue abondamment sur tous les points rocheux et fermes de l'étang. De là l'appellation de *barbeno de roco* (barbe de roche), que lui donnent les pêcheurs de Saint-Chamas. Cette Algue ne pousse, en effet, que sur les fonds résistants, sur les roches immergées, et il semble que ces roches, quand on les sort de l'eau, ont de la barbe.

(1) R. VALIANTE. *Die Cystoseiren, Fauna und Flora des Golfe von Neapel,* VII monogr. Pl. V, fig. 6, 1883.

Elle est au niveau de l'eau dans les zones agitées et fortement éclairées (étang de Labillon par exemple). Elle descend ensuite assez profondément jusqu'à 4 mètres, en formant des touffes épaisses, à axes robustes et hauts de plus d'un mètre. A leur base, sur leurs crampons de fixation, s'attachent les Moules.

Cette espèce, qui croît aussi dans le plan d'eau de Caronte et dans les canaux relativement salés du Martigues, pénètre dans des eaux plus douceâtres, puisqu'elle est, dans l'étang de Vaïne et dans le quartier de Saint-Chamas, associée à une variété de l'*Acetabularia mediterranea.*

En avril, avec le filet fin, on peut récolter à la surface de nombreuses spores de cette Algue, spores qui constituent, avec les débris de cette plante et des Zostères, une partie de la pâture des Oursins de l'étang de Caronte.

Il faut enfin noter qu'en hiver, quand les Zostères ont perdu leurs frondes, les Cystoseires forment presque à elles seules la végétation de l'étang de Berre et de ses dépendances.

Acetabularia mediterranea, var. *elongata.*

L'*Acetabularia mediterranea* elle-même pénètre dans ces régions où la salure diminue au point de ne plus correspondre quelquefois qu'à 1° B. Elle s'y montre même sous une forme géante qui est une race bien intéressante et pour laquelle je propose la dénomination d'*elongata.* Le pédoncule est parfois deux fois plus long que dans le type des eaux du golfe de Marseille, la petite ombrelle est plus large, les tissus sont plus souples, moins encroûtés, plus verts.

Ces *Acetabularia* se trouvent à Saint-Chamas dans la zone côtière avec les *Zostera* et les *Ruppia*, même dans les eaux les plus douces vers Merveille et le Toï, non loin des embouchures de l'Arc et de la Touloubre. Mais nulle part ces Algues ne se répandent et ne se multiplient autant que dans Vaïne, entre le Jaï et Rognac.

On les rencontre enfin dans l'étang de Labillon où, de préférence, elles croissent sur les coquilles mortes de *Pecten* et de *Cardium*, ainsi que sur de vieilles Huîtres érodées et usées.

Mélobésies et *Corallines.*

Dans les eaux les moins salées, sur la côte ouest de Saint-Chamas, entre Baraban et Istres, les Moules de la zone littorale sont couvertes de Mélobésies qui se rapportent à *Melobesia granulata* Meneghini et à *M. farinosa* Lamour.

De ces deux espèces, la première paraît être la plus répandue. On la rencontre partout, aussi bien dans les eaux douceâtres de Saint-Chamas (0°,5 B.) que dans les eaux plus salées des canaux du Martigues et de l'étang de Labillon (2° à 4° B.), où elle recouvre sur une étendue plus ou moins grande *Zostera*, *Sphærococcus* et *Mytilus.*

Au milieu des bancs de Moules de Saint-Chamas poussent aussi des Corallines associées à l'*Ulva lactuca.* Ce sont des variétés de la *Corallina officinalis*, rappelant les formes *C. officinalis faroensis* de Kutzing.

Ulva lactuca.

Cette Algue forme bordure à l'étang de Berre depuis la surface jusque vers 1 mètre de profondeur. Elle s'accumule en amas assez serrés dans la Manche et

le port de Saint-Chamas, au voisinage des divers cours d'eau se déversant dans l'étang (Touloubre, Arc, Durançole, Cadière), dans les canaux du Martigues et, plus généralement, dans les petites criques où les eaux sont mal renouvelées, s'accommodant ainsi d'une eau dont la salure varie depuis 0°,5 jusqu'à 3°,5 B. Mais elle résiste moins à la chaleur ; car, dès la fin de mai, ses frondes, pleines d'air et devenues jaunâtres, s'étalent et flottent à la surface, la plupart décomposées et pourrissant l'eau environnante.

A cause des dentelures qu'elle porte latéralement, les pêcheurs de Marignane la désignent sous le nom de *dentelo*.

Chara fœtida, Braun.

Il occupe le centre de l'étang de Bolmon par 1 mètre à 1m,50 de profondeur (2m,75 dans la période des pluies), sans se rapprocher trop de la rive sud-est, d'où il est chassé par les Zanichellies, ni de la rive opposée (le Jaï) dont les eaux sont plus salées que celles du reste de l'étang et peuvent marquer jusqu'à 2°,5 B., au lieu de 0°—1° B.

Au commencement de juin, il n'est pas encore bien haut, mais on peut observer à l'intérieur des verticilles les organes sexuels sous forme de petites masses ovalaires, les unes mâles de couleur rouge-corail, les autres femelles de teinte noire, d'un volume double, avec des bandes enroulées en spirale.

Cette Algue est appelée, à Marignane, *lou pougraté*. Elle est recherchée par les Foulques noires (Macreuses) qui en font leur principale nourriture.

Chara crinita.

Dans l'étang de Labillon, sur une vase coquillière assez résistante, par 40 centimètres à 1 mètre de profondeur et dans des eaux marquant de 1°,8 à 3°,5 et même 4° B., s'étend un tapis assez clairsemé de *Chara crinita* avec lequel pousse la *Cystoseira barbata*. Ce *Chara*, toujours de petite taille, est encroûté généralement et en partie de Mélobésies.

Zanichellia palustris, L.

Cette Naïadacée dont les graines sont recherchées par les Canards sauvages et que les habitants de Marignane appellent le *lapon*, occupe, dans l'étang saumâtre peu profond de Bolmon, toute la portion sud-est qui s'étend de la Signore au delà de Châteauneuf. Elle croît dans cette partie la moins salée de l'étang avec beaucoup de vigueur, au point de refouler dans la cuvette centrale le *Chara fœtida*. Là où elle se développe, les eaux marquent des variations de salure assez grandes auxquelles cette Zostérée s'est parfaitement adaptée. La salure oscille, en effet, de 0° à 1°,9 B., la température de 15° à 26°,5 centigrades. Avec la *Polysiphonia arenaria*, elle forme une véritable prairie qui commence à émerger dès la fin de mai.

En juin, elle porte, à mi-hauteur de la tige, l'inflorescence mâle dans une bractée incolore. Des anthères, les unes sont encore ramassées spiralement sur elles-mêmes, les autres se sont déroulées. A l'extrémité supérieure, les inflorescences femelles sont de forme ovalaire, sessiles avec un petit bec corné. Bien de ces inflorescences ont été déjà fécondées et le bout des tigelles montre, dès ce moment de l'année (2 juin), des groupes de fruits.

Zanichella palustris varietas?

Depuis le Toï (embouchure de la Touloubre) jusque vers le port de Saint-Chamas, ainsi qu'au fond de la Manche et sous Baraban, croît une *Zanichellia* différant du *Z. palustris* par l'étroitesse de ses feuilles et, par ce caractère, se rapprochant de la variété *repens*. Elle se distingue néanmoins de celle-ci par la longueur de son fruit et constitue une race localisée en ce point et que les pêcheurs appellent *lou frisaïré* pour rappeler la disposition spiralée des anthères.

Généralement subordonnée à *Zostera marina*, elle forme, par place, des amas très denses au milieu desquels la *Z. palustris* type se rencontre de-ci, de-là.

Cette plante émerge en été, mais, dès les premières pluies de septembre et aussitôt que les vents du Sud commencent à souffler, elle est brisée et poussée à la côte avec les Zostères et les *Ruppia*.

Zostera marina, L.

En dehors de l'étang de Bolmon où elle n'existe pas, même sur la rive plus salée qui longe le Jaï, cette Monocotylédone se trouve partout, depuis Port-de-Bouc où elle est associée à *Posidonia Caulini* du reste assez mal à l'aise, jusque dans les eaux plus douceâtres de Saint-Chamas. Bien qu'elle puisse vivre dans des eaux ayant exceptionnellement 4° B. (étang de Labillon, Port-de-Bouc et Caronte) ou 3°,5 (Port-de-Bouc et par intermittences Caronte), comme dans celles marquant assez souvent 1°,5 (territoire de Saint-Chamas), elle se plaît davantage et prend tout son développement dans les points où la densité normale est de 2° à 2°,5 B, (étang de Berre, dans les territoires du Martigues et de la Mède). Dans les eaux plus douceâtres, elle cède la place à sa congénère, la *Ruppia maritima;* mais, depuis l'augmentation générale de la salure de l'étang, elle tend à gagner de plus en plus et à pénétrer là d'où elle était autrefois exclue.

La *Zostera marina* apparaît dès que la profondeur a quelques décimètres, mais elle ne s'étend en véritables prairies qu'à partir de 1 mètre de profondeur jusqu'à 6 et 7 mètres, et, par exception, 9 mètres si le sol est résistant et non envahi par la vase.

Elle est représentée par des individus dont les feuilles sont les unes étroites (2 millimètres) et pourvues de trois nervures, les autres plus larges (7 ou 8 millimètres) et pourvues de cinq nervures ; celles-ci sont de beaucoup les plus communes: on les désigne dans le pays sous le nom de *Varech*. Les autres sont appelées par les pêcheurs de Saint-Chamas le *brion*.

Les feuilles commencent à tomber dès le mois de juillet et forment, à mesure, des radeaux stagnants ou que charrient le mistral et le vent d'Est. Leur chute est complète à la fin août. Par leur entassement elles constituent sur le sol sous-marin des amas souvent considérables, surtout quand l'été est calme, et qui, par leur décomposition partielle, rendent les conditions de milieu très défavorables. Avec septembre et ses pluies suivies de violents coups de vent du Sud ou de mistral, toutes ces feuilles sont poussées et rejetées à la côte, et les fonds, débarrassés, reprennent avec leur pureté la vitalité qui les caractérise. La pousse des feuilles ne reprend, dans les années normales, qu'en mars, plus ou moins précocement suivant les rigueurs de l'hiver. Déjà vers le 10-15 avril, elles sont assez hautes pour atteindre la surface de l'eau et s'y étaler.

Les fleurs apparaissent au début de mai; à la fin de ce mois jusqu'à la fin de juin, les Zostères sont en fructification, ainsi que les *Ruppia maritima*.

Si les Zostères aident par leur décomposition à polluer les eaux, à les rendre peu habitables et souvent mortelle aux Poissons et aux Moules, si elles contribuent plus que les autres plantes à arrêter les particules sablo-vaseuses et à déterminer la production active des atterrissements, elles jouent, par contre, un rôle qui est très important. Par leurs rhizomes solidement enfoncés dans le sol, elles opposent un asile souvent impénétrable aux Poissons et aux Crevettes; elles abritent et nourrissent une myriade d'Invertébrés qui constituent la pâture habituelle des animaux comestibles; par leurs débris chassés par la vague sur les plages et dans les anses de l'étang de Berre et soigneusement récoltés, elles donnent lieu à une industrie très prospère sur toute l'étendue de l'étang de Berre.

Dans le quartier de Marignane, sur le Jaï, il y a 13 industriels inscrits maritimes, nommés *aouguiés*, qui se livrent à cette industrie, laquelle rapporte pour cette région 40.000 francs par an en moyenne. On en compte 4 à la Mède, 2 à Merveille, 2 à Saint-Chamas, 1 à Ranquet et 3 ou 4 à Berre. Voici comment ils procèdent :

Les Zostères ou Varechs sont ramassés à l'aide de *ganchiés* (fourches à trois dents recourbées). On entasse ce varech pendant un jour ou deux, puis on l'étend sur le sol où il sèche au soleil. Lorsqu'il est sec, on le plonge dans des lavoirs dans lesquels circule, grâce à des norias, un courant d'eau douce ou, à défaut de celle-ci, d'eau légèrement saumâtre, de manière à *faire rendre* le sel au varech. Celui-ci est ensuite étendu et séché de nouveau. Puis on l'abrite dans de vastes cabanes en bois. C'est là où, au moyen de pressoirs à bras, on en fait des ballots de 50 kilogrammes serrés avec du fil de fer.

Les aouguiés vendent ce produit à raison de 7 francs les 100 kilogrammes (prix moyen), plus 1 franc de transport du lieu de production à quais de Marseille. Les villes d'exportation sont surtout Paris et Gênes. Dans cette dernière ville, le varech est pressé de nouveau et davantage, avec des presses hydrauliques, puis enfin expédié en Amérique.

Il sert à l'emballage et à la literie.

M. Victor TURQUAN

à Lyon.

ÉMIGRATION DES CORSES EN FRANCE & IMMIGRATION DES FRANÇAIS EN CORSE

[325:46.9]

— Séance du 13 septembre —

Il nous a paru intéressant, à l'occasion de la réunion de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, à Ajaccio, de rechercher comment se répartissent les Corses en France, par arrondissement et par département, c'est-à-dire, d'examiner la répartition géographique des Corses émigrés en France et, par contre, de rechercher le lieu d'origine des Français ou continentaux, — il est bien entendu que les Corses sont aussi français que nos compatriotes de la France continentale — qui ont été recensés dans l'île.

Pour mener à bien cette enquête, qui semble au premier abord impossible, nous avons pensé, et cette enquête nous a servi à faire le même travail pour chacun des 87 départements, à faire relever, lors du dernier dénombrement de la population, le lieu de naissance de chaque habitant, et à faire classer tous les habitants recensés dans chaque département, par département d'origine. Le résultat de cet immense travail, qui n'a pas porté sur moins de trente-neuf millions de bulletins, a donné lieu à autant de monographies distinctes qu'il existe de départements.

Nous nous bornerons, pour l'instant, à présenter les résultats du travail, en ce qui concerne la Corse; cela donnera une idée, qui pourra paraître intéressante, des échanges de population qui se font entre la France et la Corse.

Avant d'entrer dans le sujet, disons en passant qu'un semblable classement, que nous avons effectué à l'occasion du recensement des Français à l'étranger, a démontré que, en dehors de notre pays, les Corses se trouvent en grand nombre en Italie, à Constantinople, en Tunisie, en Espagne, ce qui se comprend facilement, étant donnée la situation géographique de la Corse au milieu de la Méditerranée. Mais une particularité curieuse de ce recensement a été de montrer qu'il y a beaucoup de Corses dans les Antilles, notamment à Porto-Rico, et même que les Corses établis dans cette île connue (Hispaniola) et vantée par les compagnons de Christophe Colomb semblent avoir été et être attirés par la tradition, qui veut que des compa-

gnons de Christophe Colomb, Génois originaire de Calvi (ville génoise à ce moment là) aient été Corses et originaires pour la plupart de Calvi, de Saint-Florent et surtout du Cap Corse. Beaucoup d'entre eux de nos jours sont riches d'ailleurs.

Ce point était intéressant à relever.

Mais passons à l'émigration des Corses en France.

Le recensement en a compté 45.240, répartis dans tous les départements, mais inégalement. C'est ainsi que les départements qui comptent le plus de Corses sont les Bouches-du-Rhône, qui en possèdent 24.504, le Var 3.969, les Alpes-Maritimes, qui en comptent 2.193. La Seine en contient 4.585 seulement, ce qui s'explique par l'éloignement; le Rhône en compte 1.014. Voilà pour les départements les plus peuplés de Corses. Il était naturel de trouver que les départements les plus proches de la Corse, ceux baignés par la Méditerranée sont plus recherchés, comme résidence, que les autres par des Corses. Les départements du centre ne comptent pas beaucoup d'originaires de l'île; la Creuse en compte 5, le Lot 18, la Lozère 29, le Loir-et-cher 20, les Deux-Sèvres 22 seulement, le Cantal 28, la Corrèze 40, la Charente 32, etc. Nous renvoyons le lecteur à la carte que nous avons dressée de l'émigration des Corses en France.

Mais il est plus exact de comparer le nombre des Corses à la population ambiante, au lieu de compter leur chiffre absolu : ce renseignement est d'ailleurs plus intéressant. A l'aide de la carte, ainsi dressée par arrondissement, des Corses en France, nous avons pu constater que les Corses pullulent sur les bords de la Méditerranée, le long des frontières des Alpes, le long du Rhône, le long de la frontière de l'Est; et qu'il en existe, toutes proportions gardées, une forte proportion à Bordeaux, à Rochefort, à Brest, à Cherbourg. Voilà pour les côtes de l'Océan: cela tient à la grande proportion de Corses dans la marine, et surtout dans la marine de guerre; quant à leur forte proportion à Lyon, à Belfort, à Nancy, à Dijon, à Saumur, à Angers, à Paris, cela tient à leur nombre, très considérable, dans l'armée.

Tout le monde sait combien de sous-officiers et d'officiers subalternes sont Corses ; nous avons voulu un jour examiner quelle était la part de chaque province dans le recrutement des officiers: nous avons trouvé que le premier rang, et de beaucoup, appartenait à la Corse.

Encore faut-il faire ici, une distinction: c'est dans l'infanterie et l'administration qu'il y a le plus de Corses. Beaucoup moins de Corses dans la cavalerie et dans l'artillerie. Dans les grades de sous-officiers, d'adjudants, de sous-lieutenants et de capitaines, beaucoup de Corses ; un peu moins parmi les chefs d'escadron et de bataillon, encore moins parmi les colonels, et presque pas dans le cadre des généraux. A quoi tient cette vocation, qui pousse les Corses dans l'armée, et qui les fait arriver rapidement dans les grades d'officiers, mais le plus souvent subalternes ?

Cette tendance parmi les Corses à faire leur carrière dans l'armée ne date pas d'hier, elle ne date pas même de Napoléon Ier, dont le prestige a attiré tant de Corses dans les armées de la République et de l'empire ; il y avait beaucoup de Corses dans l'armée avant Napoléon, par exemple sous Louis XIV et sous Louis XV.

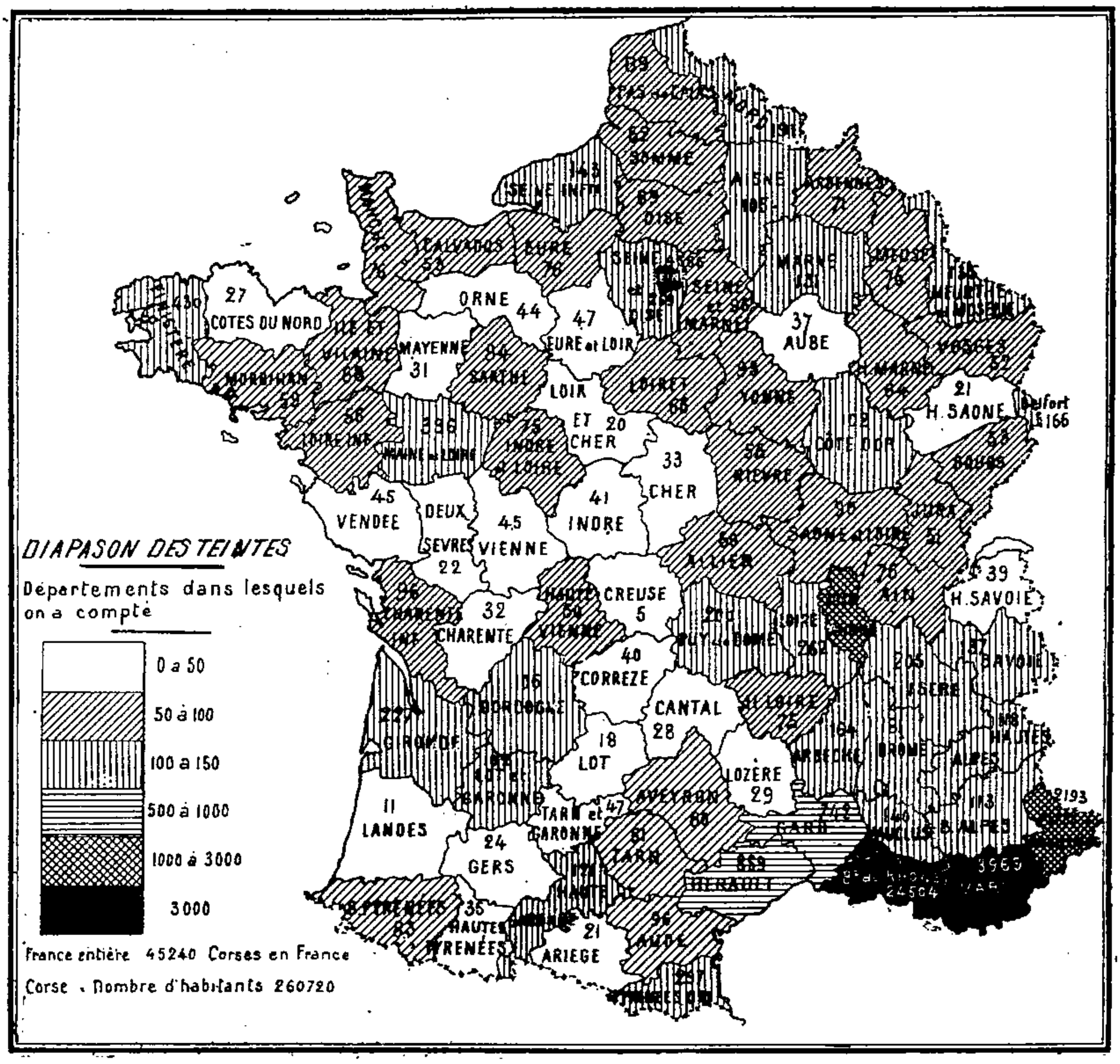


FIG. 1. — Immigration des Corses dans les divers départements.

Voici le tableau des échanges d'hommes (et de femmes, les deux sexes étant réunis dans les mêmes colonnes) entre les différents départements français et le département de la Corse.

ÉMIGRATION DES CORSES EN FRANCE. — IMMIGRATION DES FRANÇAIS EN CORSE

	ORIGINAIRES PRÉSENTS		EXCÉDENT	
	DE LA CORSE DANS CHAQUE DÉPARTEMENT	DES AUTRES PROVINCES EN CORSE	D'IMMIGRANTS	D'ÉMIGRANTS
Ain	76	10	»	66
Aisne	105	5	»	100
Allier	60	7	»	53
Alpes (Basses-)	113	79	»	34
Alpes (Hautes-)	118	29	»	89
Alpes-Maritimes	2.193	234	»	1.959
Ardèche	164	100	»	64
Ardennes	71	6	»	65
Ariège	21	29	8	»
Aube	37	13	»	24
Aude	96	16	»	80
Aveyron	60	135	75	»
Bouches-du-Rhône	24.504	756	»	23.748
Calvados	53	30	»	23
Cantal	28	18	»	10
Charente	32	18	»	14
Charente-Inférieure	96	28	»	68
Cher	33	9	»	24
Corrèze	40	18	»	22
Corse	260.720	»	»	»
Côte-d'Or	102	21	»	81
Côtes-du-Nord	27	75	48	»
Creuse	5	3	»	2
Dordogne	106	26	»	80
Doubs	53	23	»	30
Drôme	181	40	»	141
Eure	76	9	»	67
Eure-et-Loir	47	4	»	43
Finistère	430	144	»	286
Gard	742	201	»	541
Garonne (Haute-)	121	58	»	63
Gers	24	36	12	»
Gironde	227	56	»	171
Hérault	859	119	»	740
Ille-et-Vilaine	68	21	»	47
Indre	41	12	»	29
Indre-et-Loire	75	8	»	67
Isère	205	42	»	163
Jura	51	24	»	27
Landes	11	14	3	»
Loir-et-Cher	20	12	»	8
Loire	262	41	»	221
Loire (Haute-)	75	23	»	52
Loire-Inférieure	55	17	»	38
Loiret	66	7	»	59
A reporter	31.829	2.576	146	29.289

	ORIGINAIRES PRÉSENTS		EXCÉDENT	
	DE LA CORSE DANS CHAQUE DÉPARTEMENT	DES AUTRES PROVINCES EN CORSE	D'IMMIGRANTS	D'ÉMIGRANTS
Report.	31.829	2.576	146	29.399
Lot	18	13	»	5
Lot-et-Garonne.	102	19	»	83
Lozère.	29	19	»	10
Maine-et-Loire	386	12	»	374
Manche	76	23	»	53
Marne.	131	13	»	118
Marne (Haute-).	64	11	»	53
Mayenne.	31	8	»	23
Meurthe-et-Moselle	135	33	»	102
Meuse.	76	14	»	62
Morbihan	59	42	»	17
Nièvre.	56	17	»	39
Nord.	191	49	»	142
Oise.	89	3	»	86
Orne.	44	4	»	40
Pas-de-Calais.	89	22	»	67
Puy-de-Dôme.	200	24	»	176
Pyrénées (Basses-)	83	43	»	40
Pyrénées (Hautes-)	35	23	»	12
Pyrénées-Orientales.	297	72	»	225
Territoire de Belfort.	166	7	»	159
Rhône.	1.014	86	»	928
Saône (Haute-).	21	17	»	4
Saône-et-Loire	90	22	»	68
Sarthe.	84	7	»	77
Savoie.	137	16	»	121
Savoie (Haute-).	39	18	»	21
Seine	4.585	279	»	4.306
Seine-Inférieure	143	22	»	121
Seine-et-Marne.	96	20	»	76
Seine-et-Oise.	259	14	»	245
Sèvres (Deux-)	22	17	»	5
Somme	62	11	»	51
Tarn.	51	19	»	32
Tarn-et-Garonne	47	23	»	24
Var	3.969	436	»	3.533
Vaucluse.	140	165	25	»
Vendée.	45	16	»	29
Vienne.	45	13	»	32
Vienne (Haute-)	60	9	»	51
Vosges.	52	22	»	30
Yonne.	93	3	»	90
TOTAL.	45.240	4.282	171	41.129
Habitants de Corse nés en Corse	260.720	260.720		
Total des Corses	305.960	»		
Total des habitants présents en Corse. . .	»	265.002		
Balance en faveur de l'émigration	»	»	40.958	

Mais avant d'examiner, ce qui ne laisse pas d'offrir un certain intérêt réciproque, quels sont les départements qui fournissent le plus d'immigrés en Corse, nous allons donner quelques renseignements sur l'installation des Corses à Paris. Un semblable travail nous a permis de dresser le tableau

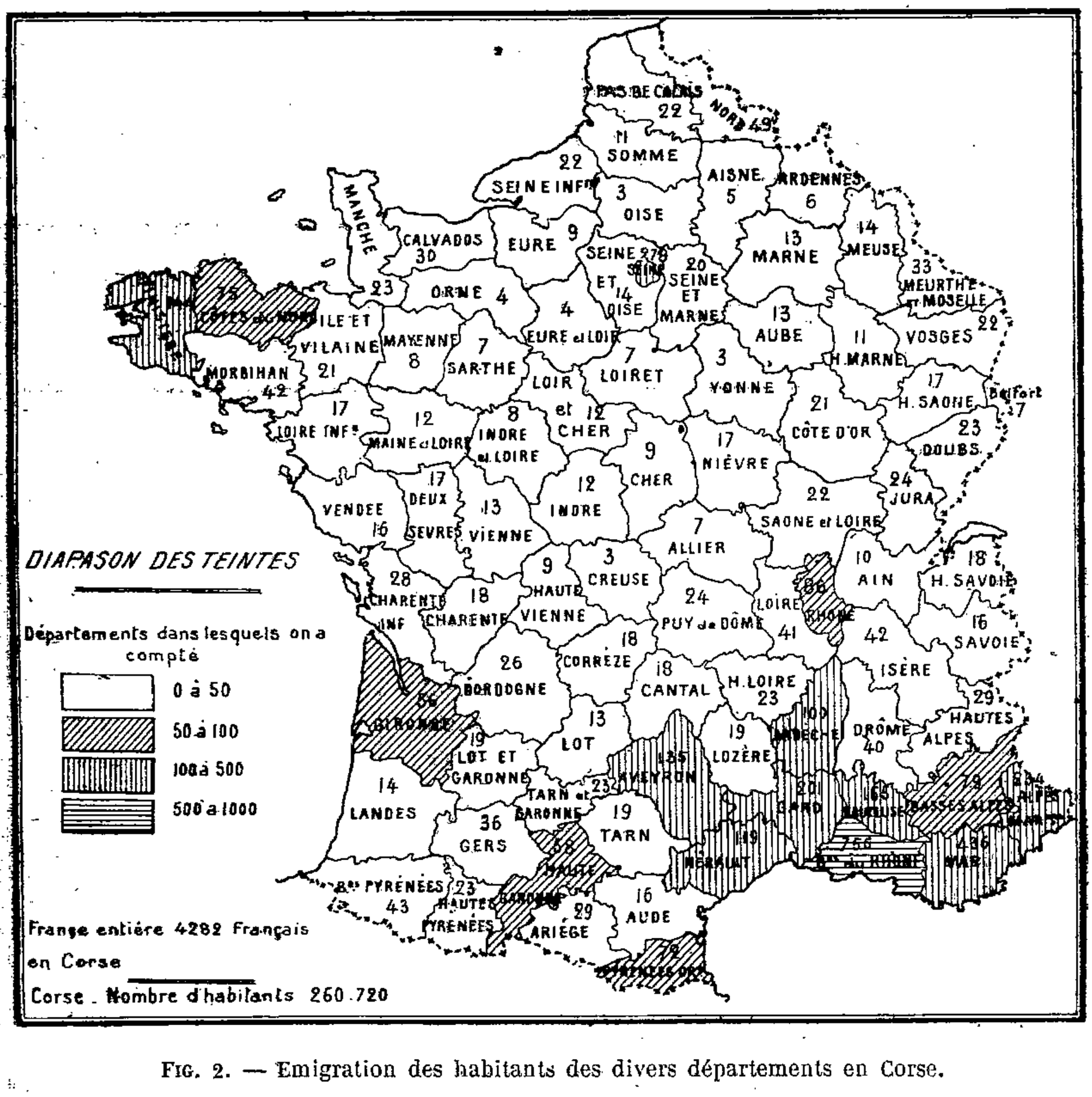


FIG. 2. — Emigration des habitants des divers départements en Corse.

des Corses dans chacun des quartiers de la Capitale et d'en calculer la proportion par rapport à la population générale. Là aussi pourront se faire de suggestives constatations, au point de vue du goût des Corses pour certaines fonctions.

ÉMIGRATION DE LA PROVINCE A PARIS

DÉPARTEMENT DE LA CORSE

ÉTAT indiquant le nombre des habitants de chacun des quartiers de Paris nés dans le département de la Corse, et, par rapport à sa population, leur proportion pour 10.000 habitants.

NOMS DES QUARTIERS	POPULATION PRÉSENTE	NOMBRE D'IMMIGRÉS recensés	PROPORTION pour 10.000 habitants
Saint-Germain-l'Auxerrois	8.534	16	18,8
Halles	30.000	28	9,3
Palais-Royal	14.047	21	15,0
Place Vendôme	13.462	38	28,3
Gaillon	8.136	20	24,6
Vivienne	11.856	37	31,3
Mail	18.024	24	13,3
Bonne-Nouvelle	29.151	36	12,3
Arts et Métiers	24.690	47	19,0
Enfants Rouges	20.962	43	21,4
Archives	20.688	18	8,7
Sainte-Avoie	21.277	29	13,7
Saint-Merri	24.549	22	8,4
Saint-Gervais	40.639	156	38,4
Arsenal	19.315	93	48,0
Notre-Dame	13.171	47	35,8
Saint-Victor	26.914	62	23,1
Jardin-des-Plantes	27.943	95	34,0
Val-de-Grâce	33.261	85	25,5
Sorbonne	27.995	79	28,2
Monnaie	18.585	34	18,3
Odéon	21.815	59	27,0
Notre-Dame-des-Champs	44.031	93	21,1
Saint-Germain-des-Prés	16.373	29	17,7
Saint-Thomas-d'Aquin	27.675	72	26,0
Invalides	15.076	32	21,2
École-Militaire	19.634	74	37,8
Gros-Caillou	35.447	148	41,8
Champs-Élysées	14.656	13	8,8
Faubourg-du-Roule	24.405	39	16,0
Madeleine	25.841	36	14,0
Europe	37.208	54	14,5
Saint-Georges	36.519	70	19,1
Chaussée-d'Antin	22.490	31	13,8
Faubourg-Montmartre	23.624	43	18,2

NOMS DES QUARTIERS	POPULATION PRÉSENTE	NOMBRE D'IMMIGRÉS recensés	PROPORTION pour 10.000 habitants
Rochechouart	37.352	76	20,6
Saint-Vincent-de-Paul	40.116	49	12,2
Porte-Saint-Denis	28.424	40	14,1
Porte-Saint-Martin	39.297	43	10,9
Hôpital-Saint-Louis	43.931	24	5,4
Folie-Méricourt	56.201	36	6,4
Saint-Ambroise	46.386	24	4,7
Roquette	72.497	42	5,8
Sainte-Marguerite	46.925	41	8,7
Bel-Air	12.526	12	9,6
Picpus	48.673	78	16,0
Bercy	9.637	27	28,1
Quinze-Vingts	46.869	113	24,1
Salpétrière	23.520	24	10,2
Gare	40.426	30	14,8
Maison-Blanche	34,648	20	5,8
Croulebarbe	16.117	33	20,4
Montparnasse	28.321	45	15,9
Santé	10.091	16	16,0
Petit-Montrouge	26.659	65	24,3
Plaisance	57.055	52	9,1
Saint-Lambert	30.564	23	7,7
Necker	43.602	83	19,1
Grenelle	38.886	81	20,8
Javel	20.236	17	8,5
Auteuil	22.071	30	13,6
Muette	26.961	26	9,6
Porte-Dauphine	21.043	85	40,5
Chaillot	31.502	42	14,3
Les Ternes	40.351	63	16,0
Plaine-Monceau	32.600	42	12,9
Batignolles	56.121	124	22,0
Épinettes	52.999	96	18,1
Grandes-Carrières	56.360	66	11,7
Clignancourt	98.337	146	14,7
Goutte-d'Or	45.503	62	13,6
La Chapelle	24.805	31	12,6
La Villette	50.757	18	3,6
Pont-de-Flandre	14.793	5	3,4
Amérique	24.407	6	2,4
Combat	44.171	28	6,3
Belleville	52.152	26	5,0
Saint-Fargeau	12.440	3	2,4
Père-Lachaise	46.540	25	5,3
Charonne	40.625	19	4,7
TOTAL	2.511.629	3.860	16,9

C'est le long de la Seine rive droite, autour de la gare du chemin de fer P.-L.-M.; dans les quartiers de Bercy, des Quinze-Vingts, de l'Arsenal, de Saint-Gervais, 24, 28, 38 Corses pour 10.000 habitants, que l'on compte une forte proportion de Corses immigrés à Paris, au sud-est : c'est le personnel des chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée qui en compte beaucoup, puis vient le quartier Notre-Dame, avec celui de l'Arsenal et de Saint-Gervais. Il est facile de voir que ce sont les gardiens de la paix, les employés de la Préfecture de police, de l'Hôtel de ville, qui sont en grand nombre originaires de la Corse. Tout le monde sait que la gendarmerie, la police, les gardiens de prison, les administrations centrales attirent le Corse. Beaucoup de ces Corses, après une carrière laborieuse, honnête et consciencieusement remplie, obtiennent leur retraite, et vont en jouir dans leur pays; c'est en Corse que l'on compte le plus de retraités civils et militaires.

Comptent beaucoup de Corses également à Paris, les quartiers du Jardin-des Plantes, Saint-Victor, Sorbonne, Val-de-Grâce, Odéon : c'est là que les jeunes étudiants corses se trouvent en grand nombre, dans les lycées, se préparant aux écoles militaires, ou faisant leur droit, se préparant à entrer dans l'administration qui leur est chère.

Comptent beaucoup de Corses, les quartiers des Invalides, du Gros-Caillou, de l'École-Militaire ; là, on les trouve par centaines dans les régiments qui tiennent garnison à Paris, dans les administrations, notamment du ministère de la Guerre, de l'intendance...

Un certain nombre de Corses se trouvent, groupés d'une façon compacte dans les quartiers Saint-Germain-l'Auxerrois, de la place Vendôme, du Palais-Royal, et quelque peu à Batignolles; là aussi beaucoup d'agents de police, d'employés d'administration...

Mais il ne faut pas chercher les Corses dans la périphérie de Paris, surtout dans les 11e, 19e et 20e arrondissements, il n'y en a plus que 2 pour 10.000 habitants à Saint-Fargeau, au quartier d'Amérique, à la Villette, au Pont-de-Flandre, à Charonne.

On voit la cause de cette aversion des Corses pour ces quartiers : peu d'administration, peu d'armée, peu d'écoles.

Et maintenant combien de Français en Corse? Pas beaucoup, 4.282 seulement, tous dans l'armée, dans l'administration et dans le commerce. Ils viennent surtout des Bouches-du-Rhône (756 immigrés), du Var (436 immigrés), des Alpes-Maritimes (234 immigrés); viennent ensuite le Gard, le Vaucluse, le Finistère.

La présence d'assez nombreux, toutes proportions gardées, Bretons en Corse provient de ce qu'ils sont pour la plupart marins ou anciens marins, qui ont apprécié le climat de la Corse, si différent de celui de Brest, et qui vivent dans les ports corses en activité ou en retraite.

Peu ou point de Parisiens. Le reste de la France fournit peu d'immigrants en Corse, néanmoins il n'y a pas de départements qui n'aient de représentants en Corse. Celui qui en a le moins est sans contredit, avec la Creuse, celui de l'Oise : 3 immigrés en Corse seulement, tandis qu'il y a 89 Corses dans l'Oise. On voit par ces quelques chiffres que la Corse a conquis la France dans toute son étendue, et qu'elle n'est pas inconnue aux différentes parties de la France. Remarquons d'ailleurs qu'elle mériterait d'être beaucoup mieux connue.

M. le Dr BILHAUT

à Paris

UTILISATION DE LA RADIOGRAPHIE COMME CONTROLE A LA SUITE DES ACCIDENTS DU TRAVAIL

— Séance du 9 septembre —

La loi sur les accidents du travail en établissant la responsabilité des patrons, a créé pour l'ouvrier une situation toute nouvelle. — Le patron, en effet, se couvre au moyen de la Compagnie d'assurances qui le décharge de responsabilité en cas d'accident. Celle-ci à son tour, défendant les intérêts des actionnaires, refuse toute allocation qui ne lui paraît pas absolument due. De là, pour le blessé, la nécessité de faire la preuve de l'incapacité de travail temporaire ou définitive sur laquelle il base sa réclamation.

De là aussi l'intervention des médecins appelés à statuer sur le bien fondé ou non du demandeur.

Or, le médecin soucieux de se tenir dans l'exacte vérité et de ne léser les intérêts ni de l'un ni de l'autre se trouve souvent en grand embarras. Si la réponse des experts n'est pas ambiguë comme celle de la sybille antique, trop souvent elle manque de clarté et pour cause.

Nous savons, sans doute, que dans l'appréciation de certains traumatismes, il importe de ne pas être trop absolu. Les troubles nerveux, le shock, l'hystéro-traumatisme peuvent être invoqués sans que nous puissions y contredire en toute certitude.

La médecine n'est scientifique que quand elle s'appuie sur les sciences accessoires. Aussi devons-nous, toutes les fois que cela est possible, chercher

un point d'appui de ce côté. C'est ainsi que des désordres étant survenus dans le squelette, les articulations, certains organes accessibles aux rayons X, nous devons nous empresser d'explorer ces organes au moyen des dits rayons.

Ici j'entre dans le détail et vais citer quelques brèves observations.

Obs. I. — Dans un accident du travail un ouvrier a plusieurs côtes fracturées. Au bout du temps nécessaire à la réparation de ces désordres, il se plaint d'essoufflement, d'angoisse s'il fait quelques efforts. Successivement surviennent des maux de tête, des troubles nerveux que le médecin de la Compagnie d'assurances n'accepte pas comme authentiques ou qu'il met sur le compte de la neurasthénie. L'examen aux rayons X démontre l'existence d'un épanchement pleural, resté inaperçu, assez abondant pour expliquer l'essoufflement, la diminution des mouvements d'expansion du poumon ainsi que les troubles de l'hématose. De là découlent les phénomènes nerveux signalés par le malade.

Un jour survient un frisson, la fièvre s'allume et le malade présente tous les signes de la suppuration pleurale. Une vomique se produit plus tard et le malade rend un litre environ d'un pus infect.

L'épreuve radiographique prise à temps sera le meilleur témoin du blessé plaidant contre la Compagnie d'assurances. C'est cette épreuve, appréciée par les experts, qui a permis à cet ouvrier d'entrer en possession de l'indemnité qui lui était légitimement due.

Obs. II. — Une seconde observation est celle d'un ouvrier employé exceptionnellement au nettoyage d'une véranda. Il glisse, casse quelques vitres et tombe de trois mètres sur les feuilles de verre qu'il brise en nombreux éclats. Notre homme se relève avec des contusions au genou et une petite égratignure triangulaire sur le côté externe du genou droit, à deux centimètres du ligament rotulien. Il n'attache aucune importance à cette petite blessure qui, en effet, était cicatrisée au bout de quelques jours.

Néanmoins il persistait une tuméfaction, un empâtement manifeste qui se termina par résolution au bout de quinze jours. Mais alors la gêne dans les mouvements de flexion et d'extension devint de plus en plus accentuée. Au dire du blessé, son patron ne voulut voir en cela qu'une sorte de chantage destiné à faire allonger la liste des journées de repos et à grossir le chiffre de l'indemnité.

Pour comble de malchance, il se rendit à l'hôpital auprès d'un chirurgien qui, après l'avoir examiné sommairement, conclut en disant : c'est un simulateur.

Depuis quatre mois ce pauvre diable traînait les consultations d'hôpitaux racontant son odyssée et ajoutant : « qu'on se méprenne sur mon mal, c'est possible, c'est certain même, mais à coup sûr je ne suis pas un simulateur ».

Il suffisait en effet d'examiner le genou malade à l'écran fluorescent pour y découvrir un long morceau de verre effilé qui avait cheminé dans les parties molles et occupait non plus le côté externe du ligament rotulien, mais le côté interne de cette membrane.

Ce corps étranger mesurait près de trois centimètres, la palpation ne pouvait le déceler ; mais à l'écran, il apparaissait avec la plus évidente netteté.

Obs. III. — L'ouvrier qui fait l'objet de cette observation travaille aux chantiers du Métropolitain actuellement en construction. Un sac de ciment lui tomba de

quatre mètres de haut sur l'épaule gauche. — L'état anatomique de l'articulation scapulo-humérale dans ses parties profondes n'est pas appréciable, avec exactitude, par les moyens cliniques ordinaires. Il n'existe pas d'atrophie du deltoïde chez ce malade, admirablement musclé d'ailleurs ; on ne perçoit pas de craquement donnant la notion d'une arthrite traumatique.

A la suite de cette blessure, l'impotence fonctionnelle a été absolue. Aujourd'hui elle est limitée : qu'y a-t-il ? cette fois, c'est à la demande du médecin de la Compagnie d'assurances que j'ai pratiqué l'examen aux rayons X.

Le blessé est examiné à l'écran fluorescent : 1° le bras pendant le long du corps. On voit que la tête humérale n'est pas luxée. Elle n'est pas déformée et occupe sa place normale sur la diaphyse. Donc pas de fracture du col ni de la tête ; pas d'éclatement du trochiter ni du trochin.

2° Le bras en mouvement, c'est-à-dire s'écartant progressivement du thorax pour se placer horizontalement et s'élever autant que possible. Un aide écarte le bras peu à peu. On ne tarde pas à voir que l'humérus se met en contact avec la voûte constituée par l'union de la clavicule avec l'acromion. La distance de la tête humérale à cette voûte est diminuée.

Le développement musculaire est tel que l'on ne peut se rendre compte exactement de l'articulation scapulo-humérale dans sa profondeur.

Le mouvement d'abduction est augmenté encore par l'aide chargé de la produire. On voit alors le scapulum opérer un mouvement de bascule en totalité.

Une radiographie est prise pour lever tous les doutes. Elle fait constater une fracture de l'acromion, à sa base, un cal vicieux, d'où un effondrement de la voûte acromio-claviculaire. D'où, aussi, la limitation définitive du mouvement d'élévation du bras gauche.

Si l'on se rappelle que le blessé est terrassier, qu'il a besoin pour son travail d'élever vigoureusement le bras pour abattre énergiquement la pioche, on comprend que pour exercer sa profession il se trouve actuellement dans des conditions défectueuses.

On craignait encore la simulation : nous avons levé tous les doutes et la demande du blessé sera sans aucun doute agréée comme bien fondée.

Obs. IV. — Il s'agit ici d'un ouvrier pris de phlegmon de la main après surmenage commandé. Le début a été un durillon forcé. Cette affection se termine le plus souvent très heureusement après incision. Chez ce malade, les gaines tendineuses se sont prises, plusieurs foyers ont dû être incisés et aujourd'hui il s'agit d'établir en quoi consistent les lésions qui rendent cette main impotente.

Des désordres sont survenus du côté du squelette et la radiographie que j'ai l'honneur de vous soumettre démontre qu'il existe une ankylose complète non seulement de tous les os du carpe, actuellement et définitivement immobilisé, mais qu'en outre les métacarpiens sont soudés à leur base et que des travées osseuses se sont organisées entre le cubitus et le radius.

J'arrête ici la liste de mes observations dont le nombre dépasse actuellement la cinquantaine.

Je conclus en disant que l'expert chargé de statuer sur les conséquences d'accidents survenus pendant le travail ne doit pas se borner à l'examen clinique tel qu'on le comprenait autrefois.

Qu'il ne lui faut pas s'attarder à établir des théories pour l'explication de tel ou tel fait avancé par le blessé.

Qu'il doit recourir de préférence aux indications qui peuvent ressortir des sciences dites accessoires, physique et chimie surtout.

Qu'il ne doit jamais manquer de demander aux rayons X les renseignements si précieux qu'ils peuvent fournir.

Que souvent lorsque les signes cliniques, l'examen méthodique par la palpation, l'auscultation, la percussion seront en défaut ou insuffisants, il trouvera dans la judicieuse application des rayons X des signes de certitude.

Qu'il donnera ainsi une appréciation équitable, parce qu'elle sera basée sur des données certaines.

L'expert devra s'attacher à examiner lui-même les sujets qui seront soumis à l'expertise.

Par une étude suivie, il se fera une éducation de l'œil, éducation indispensable, aussi bien pour la lecture des clichés que pour comprendre ce qui se voit à l'écran pendant les mouvements actifs et passifs du malade.

Ainsi armé il sortira des formules le plus souvent vagues et pourra conclure, en toute justice, sur les conséquences temporaires ou définitives d'un traumatisme.

M. GIGNOUX

Président de la Société amicale des Sociétés climatériques de la Corse, à Ajaccio.

SITUATION ÉCONOMIQUE DE LA CORSE [380:49,5]

— Séance du 9 septembre —

Dans sa séance du 29 octobre 1900, le Conseil d'administration de la Société amicale des stations climatériques de la Corse, de la Station hivernale d'Ajaccio, et du Progrès de l'Ile, a délibéré ce qui suit :

Depuis de longues années, la supériorité des stations climatériques de la Corse a été signalée par de nombreux et éminents médecins européens. Cette supériorité a été consacrée par les congrès médicaux internationaux de Berlin du 3 mai 1897, et de Paris, dans sa séance du 7 août 1900, sur la communication présentée par M. le Dr Pompeani. De sorte que la guérison de la tuberculose, de toutes les maladies de poitrine, de cœur, des nerfs, scrofule, rachitisme, asthme, anémie, par la simple cure d'air des

stations climatériques de la Corse, et surtout la station hivernale d'Ajaccio et ses voisines, est devenue une question humanitaire.

D'un autre côté, la situation économique de la Corse n'est pas brillante. Elle n'exporte annuellement que pour dix à douze millions, et elle importe pour soixante-dix à quatre-vingts millions. Il ne saurait en être autrement; car la première richesse des nations, la population virile, lui manque. On ne trouve guère plus, dans presque tous les villages, que des femmes, des enfants et des vieillards. On ne peut pas évaluer à moins de trente mille, les hommes de dix-huit à soixante ans, absents du pays, et dont pas même le dixième n'y revient que pour mourir. Les deux tiers de cette population virile ne sont pas remplacés; dix à douze mille Italiens, un tiers seulement, y viennent, de novembre à mai, pour les travaux de la terre et autres industries manuelles. Or ce travail est onéreux pour la Corse, parce que ces Italiens, sur la journée moyenne de deux à trois francs, ne dépensent pas plus de cinquante centimes. Tout le pécule est exporté en Italie.

Pour tirer la Corse de cette situation, il faut donc augmenter le plus possible la population, en faisant connaître au monde entier les ressources médicales, industrielles et agricoles du pays. Les ressources médicales sont les seules qui existent, pour le moment, car elles sont toutes faites, dans la nature; c'est le climat, ce sont les stations climatériques, c'est par elles qu'il fallait commencer; c'est dans ce but qu'a été fondée, le 20 novembre 1892, notre société amicale. Les résultats qu'elle a obtenus, dans sept ans, en décuplant la population des hivernants et en encourageant les constructions et la production, le tout avec des ressources de publicité *minuscules*, prouvent que la grande publicité est nécessaire pour obtenir des résultats sérieux; car la Corse n'est pas connue, et souvent très méconnue, et n'a d'autre avenir que la venue des continentaux français et étrangers. Ce qui le prouve, c'est la gêne causée en ville et dans tout le pays, par la mauvaise saison hivernale 1899-1900, due à la situation politique de l'Europe, et à l'épidémie de la variole.

Une large publicité est donc une question de vie ou de mort pour la Corse. A cet effet, notre Société amicale a été fortement réorganisée, par acte du 23 juin 1900, et elle a immédiatement préparé les mesures nécessaires à prendre, pour organiser une publicité efficace. Grâce à son personnel nombreux, gratuit et dévoué, et à la générosité de quelques patriotes dont les noms seront plus tard connus, elle a pu organiser une publicité sérieuse et sûre. Mais elle n'a pu aborder, ni les grands journaux, ni les grandes compagnies de publicité illustrée, ni les affiches peintes dont l'utilité et la vogue augmentent tous les jours. Elle a constaté que les souscriptions particulières n'aboutissaient guère, et qu'il était indispensable de s'adresser aux pouvoirs publics.

Un appel fait aux trois cent soixante maires de l'Ile n'a pas réussi.

Le conseil général a reconnu l'utilité de notre publicité, et a regretté que la situation du budget départemental ne lui permît pas de nous accorder plus de deux cents francs cette année.

Le conseil municipal d'Ajaccio, ville à laquelle doit surtout profiter la prospérité des stations climatériques, n'a pas encore été abordé, parce que nous manquions de certains renseignements sur les villes d'eaux et stations du littoral de la Méditerranée. Il en résulte que ces villes dépensent annuellement chacune, pour leur publicité et leur bonne renommée, de dix mille à trente mille francs. Sans doute, la ville d'une station naissante ne peut, pour le moment, inscrire à son budget de pareilles sommes, mais elle devrait comprendre que son avenir et celui de la Corse dépendant de la prospérité des stations climatériques, une subvention constituerait une dépense bien plus utile que certaines dépenses de luxe et d'agrément, qui ne profitent qu'à quelques individus peu interessants. L'avant-dernière municipalité nous avait octroyé cinq cents francs par an; la dernière nous les a supprimés. La municipalité actuelle paraît mieux disposée. Au surplus, comme toutes les villes d'eaux et stations naissantes, les stations climatériques de la Corse et particulièrement celle d'Ajaccio, ont des partisans et des adversaires. L'immense majorité du pays est pour la prospérité des stations. Une minorité infime, composée surtout de gens ayant une position acquise, est contraire. Ses raisons peuvent se résumer par ces mots : 1° cherté; 2° pays moins sain. La majorité répond : 1° les choses ont partout augmenté de prix, surtout à cause des facilités de transports, et ont moins augmenté, en Corse, qu'ailleurs. D'un autre côté, les prix des salaires, des loyers et les revenus ont augmenté partout; 2° les deux cent cinquante mille phtisiques qui fréquentent la Côte d'Azur n'ont en rien altéré la santé des heureux habitants de cette côte. Nous avons donc tout à espérer du nouveau conseil municipal d'Ajaccio.

Il est de notre devoir de frapper à toutes les portes, dans l'intérêt de centaines de mille malades et convalescents, qui trouveront, en Corse, un prompt et sûr soulagement à leurs souffrances; et dans l'intérêt de la Corse entière.

M. le Dr M. BILHAUT

à Paris.

LE SANATORIUM POUR TUBERCULEUX AU POINT DE VUE SOCIOLOGIQUE

[614.45:616.995]

— Séance du 9 septembre —

La question des sanatoria est une de celles qui doivent retenir l'attention des sociologistes, soit qu'ils la considèrent au point de vue des résultats que ces établissements doivent assurer à l'individu frappé de tuberculose, soit qu'ils étudient l'influence qu'ils peuvent exercer sur la santé publique.

Les sanatoria pour tuberculeux sont considérés, par certains, comme un excellent moyen de lutter contre ce terrible ennemi qu'est la tuberculose. D'autres, au contraire, n'acceptent pas comme certaine, comme réellement efficace, la claustration des tuberculeux dans des établissements qui, à un moment donné, disent-ils, peuvent constituer de véritables foyers d'où la propagation de la tuberculose se fera sans qu'on puisse l'enrayer à souhait.

Les premiers réclament, comme mesure urgente, la déclaration obligatoire de la tuberculose et la mise en pratique des moyens de désinfection réputés aujourd'hui les meilleurs.

Il faut cependant admettre que nos connaissances en la matière manquent totalement de précision et la discussion récente, au Congrès de la tuberculose, entre les savants les plus réputés, n'est pas faite pour dissiper tous les doutes, il s'en faut.

Que la tuberculose se propage de l'homme à certaines espèces animales et *vice versa*, peu importe ; l'exagération des mesures adoptées pour s'opposer à l'infection tuberculeuse par le lait, les viandes d'animaux contaminés, ne saurait être considérée comme portant un préjudice réel. Que l'on fasse bouillir le lait, bien cuire la viande, peu importe, nul n'en souffre en somme.

Mais quand il s'agira de déclarer à l'autorité que tel ou tel malade est suspect de tuberculose, qu'il doit s'astreindre à des désinfections répétées, souvent illusoires, nous n'en avons que trop de preuves ; qu'il lui faut chercher asile dans un sanatorium parce que dans le public on aura laissé s'accréditer l'idée que ce patient est à même de semer autour de lui la tuberculose, alors nous serons en présence d'un état social extrêmement grave et qu'il n'est point différent d'examiner dès aujourd'hui.

Ne voyons-nous pas déjà que dans certaines maisons, des esprits timorés s'inquiètent dès qu'un employé tousse. On nous adresse ces malades, à nous médecins, et souvent on n'hésite pas à nous demander quelle est au juste notre opinion au point de vue du diagnostic, parce que, nous dit-on, l'on se séparerait immédiatement du malade si on le savait certainement tuberculeux.

Sans s'inquiéter autrement de la misère dans laquelle vont se trouver les malheureux ainsi considérés, certains patrons sont impitoyables envers les employés qui ont le grave défaut de tousser. Sans se préoccuper autrement des modes suivant lesquels se fait la contagion, ils tremblent pour eux-mêmes et frappent sans mesure, et, avouons-le, sans humanité.

Sans l'obligation au secret professionnel, qui lie le médecin, celui-ci serait exposé à rendre plus immédiats, plus définitifs les arrêts portés si injustement. Que la déclaration devienne obligatoire, le malheureux tuberculeux perdra sa dernière garantie de liberté.

Je sais bien que certains patrons considèrent comme une *affaire* l'emploi donné à leurs subordonnés. L'employé malade ne remplit-il pas le but? La somme de travail qu'il donne est-elle, par le fait de la maladie, moins considérable que de raison ? Le rendement est insuffisant : il faut y parer, on sacrifie le tuberculeux.

On nous dit bien que certains peuples ne pensent pas différemment et qu'hommes et choses, matières agissantes ou matières brutes doivent être soumis à une même loi : donner le maximum de rendement. Tant pis pour l'humanité quand il en est ainsi ; au sentiment fait place l'affaire et si ces données venaient à triompher, le monde serait une réunion d'hommes d'affaires et le mot philanthropique n'aurait qu'à disparaître du langage.

Il me semble que la vérité doit, comme en toutes choses, siéger entre deux opinions extrêmes. Sans tomber dans la sensiblerie, on ne doit pas se départir des sentiments humanitaires. Et, avant tout, il faut éviter de vulgariser l'idée de propagation de la tuberculose par simple partage de l'habitation. Si nous faisons des réserves au sujet de la contamination par les substances alimentaires, nous devons hardiment proclamer que la tuberculose ne se gagne que par les crachats : c'est la seule déjection tuberculeuse qui soit douée d'un principe virulent.

Cette donnée une fois admise, la société n'a à vrai dire qu'un devoir à remplir : c'est de s'attacher à supprimer la virulence du crachat ; c'est en un mot à aseptiser le crachat tuberculeux, à le rendre inoffensif.

Mais par quel procédé arrivera-t-on à ces fins? Est-ce en créant des sanatoria ? Est-ce en exigeant du médecin des déclarations désobligeantes pour lui, vexatoires pour le malade? Est-ce à coups de décrets, de règlements, de lois que l'œuvre sera menée à bien?

Les sanatoria très vantés aujourd'hui ne sont abordables qu'à un petit

nombre de malades, ils ne doivent être ouverts qu'aux malades capables de guérir. Or, la tuberculose peut-elle être considérée comme une affection curable, surtout quand elle est caractérisée par des signes non équivoques, certains, pour mieux dire. De grands cliniciens disent qu'elle est curable à toutes ses périodes. Je n'en crois rien et si certains malades ont guéri, il faut toujours se demander si une erreur de diagnostic n'a pas été commise par le médecin.

En admettant que certains malades soient parvenus à réparer les lésions sûrement constatées, ce n'est là qu'une infime minorité, il faut bien l'avouer. Les cas de guérison de tuberculose avérée sont très problématiques et doivent en tout état de cause être considérés comme exceptionnels.

Le sanatorium pour tuberculeux n'est donc pas une panacée et n'étant pas appelé à opérer la guérison en masse des tuberculeux, il nous suffirait, au point de vue social, de savoir qu'il est un moyen de préservation pour la société.

Mais là encore, nous sommes au-dessous du desideratum et l'action prophylactique du sanatorium ne nous est pas suffisamment démontrée.

L'influence des sanatoria au point de vue qui nous intéresse est donc bien aléatoire et bien restreinte sinon nulle.

Obliger le tuberculeux pauvre à entrer dans un sanatorium devient une utopie, un non-sens, puisque ce malheureux est dans l'obligation de gagner son pain et celui de sa famille.

L'obliger à désinfecter lui-même les crachats qu'il expectore, n'est pas encore l'idéal. Il faut surtout le convaincre de la nécessité de prendre les précautions voulues. C'est donc par l'éducation plus et mieux que par des règlements administratifs que l'on combattra la propagation de la tuberculose. On tend instinctivement à échapper aux prescriptions des lois, tandis que la connaissance du danger et la notion du mal que l'on peut semer sont de bien meilleurs guides que la prohibition.

C'est par l'enseignement, par les démonstrations scientifiques et mieux encore par la vulgarisation (presse périodique, brochures, conférences), que l'on arrivera à diminuer les chances de contagion, en faisant pénétrer dans les masses les notions de préservation de l'espèce.

C'est en veillant à la mise en pratique des règles de l'hygiène, en faisant exécuter ponctuellement les règlements sur les logements malsains et les professions insalubres, en prenant des mesures pour combattre l'alcoolisme, que les pouvoirs publics se montreront à la hauteur de leur tâche et contribueront à lutter victorieusement.

Quant au sanatorium, il ne peut avoir qu'une action secondaire, un rôle analogue à celui des hôpitaux ouverts aux malades divers. Les uns y guérissent, les autres y succombent en dépit des soins et des méthodes thérapeutiques.

On y soignera ceux qui voudront y entrer librement, on les améliorera, on les guérira quelquefois, mais ce n'est point là le vrai champ de bataille contre la tuberculose.

C'est à l'hygiène prophylactique, c'est à l'éducation, à la bonne volonté du malade que restera le dernier mot.

M. J. CURIE

Lieutenant-colonel du génie en retraite à Versailles.

LA REPRÉSENTATION PROPORTIONNELLE DANS LES ÉLECTIONS MUNICIPALES

[352.004]

— Séance du 9 septembre —

OBSERVATIONS CONCERNANT LE PROJET DE LOI PRÉSENTÉ A LA CHAMBRE DES DÉPUTÉS PAR M. MIRMAN, DANS LA SÉANCE DU 18 DÉCEMBRE 1899.

Depuis que j'ai présenté au Congrès tenu à Paris par l'Association pour l'Avancement des sciences, dans sa séance du 3 août 1900, mon projet pour l'application de la représentation proportionnelle aux élections municipales, j'ai eu connaissance du projet présenté à la Chambre des députés par M. Mirman, dans la séance du 18 décembre 1899.

Je ne puis laisser passer sans observations ce projet qui est défectueux au point de vue théorique, en ce qu'il reproduit une erreur de principe que M. Hagenbach-Bischoff, professeur de physique à l'université de Bâle, a signalée dans le numéro d'août-septembre 1890 de la revue *La Représentation proportionnelle* que publie l'*Association réformiste* belge.

J'ai reproduit cette démonstration dans les comptes rendus de l'Association française, Congrès de Marseille, séance du 24 septembre 1891.

L'erreur dont il s'agit n'est pas de nature à vicier complètement les élections; mais est-il admissible qu'au XX^e^ siècle, un parlement français consacre dans une loi une faute d'arithmétique élémentaire évitée en Belgique et signalée en Suisse il y a plus d'une douzaine d'années.

Sans entrer dans l'examen des dispositions de détail du projet de loi, dont plusieurs sont à approuver, je signalerai, en passant, à l'article 3, § III, celle qui consiste à faire désigner par chaque liste un mandataire dont l'intervention pourra souvent être d'une grande utilité, et à l'article 4, § IV, le droit de répéter plusieurs fois sur les bulletins le nom d'un même candidat, manière de voter qui est connue sous le nom de *vote cumulatif* et qui, excellente en soi, n'aurait d'inconvénient que dans un cas d'affo-

lement où, par exemple, tous les électeurs, au lieu de voter pour quinze ou vingt noms, ne porteraient qu'un candidat unique, qui alors serait seul élu.

C'est sur l'article 6 que porte mon objection de principe. Le *chiffre électoral* étant (article 5, § XIV) la somme de toutes les voix obtenues par une liste, et le *quotient électoral* étant (article 6, § II) le résultat de la division de la somme des chiffres électoraux des diverses listes par le nombre des conseillers à élire, les §§ III et IV portent qu'une liste obtient autant de sièges que son chiffre électoral contient de fois le quotient électoral, et que si ce calcul de répartition ne désigne qu'un nombre de sièges inférieur à celui des conseillers à élire, les sièges complémentaires sont attribués aux listes ayant *les chiffres électoraux les plus élevés*. C'est la solution qui a été adoptée à Neuchâtel (22 novembre 1894), après que M. Hagenbach-Bischoff l'avait démontrée fautive.

Une autre erreur signalée également par M. Hagenbach-Bischoff et adoptée par le canton de Genève (6 juillet et 3 septembre 1897), consiste à attribuer les sièges complémentaires aux *plus forts restes* de la division des *chiffres* électoraux par le *quotient électoral*. Considérons quatre listes dont les chiffres électoraux, classés par ordre décroissant, sont les suivants; et admettons qu'il y a 18 sièges à répartir :

	Chiffres électoraux	Élus.		Quotient électoral.		Restes.	Élus définitifs dans le cas des plus forts : chiffres.	Élus définitifs dans le cas des plus forts : restes.
1re liste.	318	= 6	×	49	+	24	7	6
2e liste.	245	= 5	×	49	+	0	6	5
3e liste.	238	= 4	×	49	+	42	4	5
4e liste.	84	= 1	×	49	+	35	1	2
	885	16					18	18

En divisant par 18 le total 885 des chiffres électoraux des quatre listes, on trouve 49 pour le *quotient électoral*.

En divisant chacun des chiffres électoraux par 49, on ne trouve que 16 élus au lieu de 18. D'après la règle indiquée au projet de loi (système de Neuchâtel), on ajoute un siège à chacune des deux premières listes qui ont les plus forts chiffres électoraux et on arrive ainsi au total de 18 sièges.

Dans le système de Genève qui favorise les plus forts restes, on arrive de même au total de 18; mais c'est à la troisième et à la quatrième liste, qui ont pour restes 42 et 35, que reviennent les deux sièges complémentaires. De ces deux procédés, tantôt l'un, tantôt l'autre peut, par hasard, donner des résultats exacts, ou même tous deux donner quelquefois la solution véritable. Mais il nous suffira de prouver que, dans l'exemple choisi ci-dessus, les deux répartitions sont contraires au principe de la représentation proportionnelle pour avoir démontré que les deux procédés sont erronés.

Considérons d'abord le premier procédé qui favorise les plus forts chiffres électoraux. Je dis que le nombre de 6 sièges donnés à la deuxième liste est trop élevé; en effet, si 245 voix ont droit à 6 sièges, 245 : 6 ou 40 voix auraient droit à un siège. Alors la première liste en aurait 7; la troisième en aurait 238 : 40 ou 5 et la quatrième en aurait 84 : 40 on 2. En tout : 7 + 6 + 5 + 2=20, ce qui ferait 2 sièges de trop.

Ainsi c'est trop d'attribuer 6 sièges à 245 voix (deuxième liste). Le premier procédé est donc en défaut.

Quant au deuxième procédé qui *favorise les plus forts restes*, on démontre de même que les 2 sièges attribués à la quatrième liste sont en nombre trop fort, car si 84 voix ont droit à 2 sièges, 42 voix auront droit à un siège, donc 318 voix à 7 sièges; 245 à 5 sièges et 238 aussi à 5 sièges. Total : 7 + 5+ 5 + 2=19, tandis qu'il n'y a que 18 sièges à répartir. De ce qui précède il résulte que les deux solutions considérées, quoique pouvant *par hasard* donner des résultats exacts, peuvent souvent en donner de faux. Autrement dit, ces deux solutions sont fautives.

La vraie solution, lorsque, contrairement à ce que je propose, le nombre de sièges à répartir est fixé à l'avance, est celle qu'a donnée M. d'Hondt, professeur de droit à l'Université de Gand et qu'a simplifiée M. Hagenbach-Bischoff, professeur de physique à l'Université de Bâle.

La solution de M. d'Hondt, recommandée par l'*Association réformiste belge*, qui a pour organe *La Représentation proportionnelle, Revue mensuelle*, imprimée à Bruxelles, a été adoptée pour les élections politiques en Belgique, mais seulement en ce qui concerne la fixation du chiffre électoral; car la loi belge du 29 décembre 1899 n'admet pas, comme l'Association réformiste, le scrutin de liste, et se rattache plutôt au système de Hare et à celui que je propose depuis 1888, dépouillé des principaux perfectionnements que j'y ai introduits. Cela posé, le procédé d'Hondt pour la détermination du *quotient électoral* est le suivant. On divise successivement par 1, 2, 3, 4,... les *chiffres électoraux* des listes en présence, on classe les quotients obtenus par ordre de grandeur et l'on s'arrête au dix-huitième s'il y a 18 sièges à répartir.

	Listes			
Diviseurs	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
1 . . .	318_{I}	245_{II}	238_{III}	84_{VIII}
2 . . .	159_{IV}	122_{V}	119_{VI}	42 (4)
3 . . .	106_{VII}	81_{IX}	$79{,}33_{XI}$	
4 . . .	$79{,}5_{X}$	61_{XIII}	59_{XIV}	
5 . . .	63_{XII}	49_{XVI}	47_{XVII}	
6 . . .	53_{XV}	40 (2)	39 (3)	
7 . . .	45_{XVIII} (1)			
8 . . .	39			

Voir, pour les renvois, le calcul de M. Hagenbach-Bischoff, ci-après.

Le XVIII^e^ quotient 45 sera le *quotient électoral*. Il résulte de la division de 318 (première liste) par 7; inversement la première liste aura 319 : 45 ou 7 élus.

Comme, par hypothèse, 45 est inférieur aux derniers quotients considérés des trois autres listes, par exemple 47 de la troisième liste, et plus grand que le quotient suivant 39 de la même liste, en sorte que :

$$\frac{238}{47} \text{ ou } 5 < \frac{238}{45} < \frac{238}{39} \text{ ou } 6,$$

le quotient 238 : 45 sera compris entre 5 et 6, autrement dit, égal à 5 plus une fraction dont il n'y a pas à tenir compte. C'est-à-dire que la division du *chiffre électoral* 238 d'une liste par le *quotient électoral* 45 obtenu comme il vient d'être dit, donne le nombre de sièges 5 qui revient à cette liste, et ce nombre de sièges est en même temps le rang du quotient auquel on s'est arrêté pour cette troisième liste. Le total des numéros d'ordre auxquels on s'est arrêté pour les différentes listes est, par suite, égal au nombre total 18 des sièges à répartir.

La troisième liste aura 5 élus; de même la deuxième en aura 5, et la quatrième en aura 1. La première en ayant 7, cela fera en tout 18. Le total des nombres d'élus donnés par le procédé d'Hondt est donc bien 18.

M. Hagenbach-Bischoff a simplifié, comme il suit, ce calcul, ce qui devient surtout avantageux quand il y a un grand nombre de membres d'une assemblée à élire dans une même circonscription.

S étant la somme des chiffres électoraux des différentes listes; n le nombre des sièges à répartir et q le *quotient absolu*, c'est-à-dire le quotient électoral pour le cas où il n'y aurait qu'une seule liste, et r le reste de la division de S par q; comme l'opération donne : $S = nq + r$; et comme on a nécessairement $r < q$ ou $S - nq < q$, on en déduit :

$q > \frac{S}{n+1}$, en sorte que la plus petite valeur à adopter pour q sera le nombre entier immédiatement supérieur à cette fraction.

Mais quand il y a plusieurs listes en présence, le *quotient absolu* q peut être trop grand et ne pas donner le nombre total voulu n des sièges à répartir. On rentre alors dans le système d'Hondt, en augmentant d'une unité les quotients de la division des chiffres électoraux par q, qui représentent, pour chaque liste, le rang où l'on a arrêté l'opération du système d'Hondt. On prend le plus grand de ces nouveaux quotients comme *quotient électoral*, s'il reste un siège à pourvoir; le second s'il reste deux sièges disponibles, et ainsi de suite.

Ce calcul est le suivant :

1re liste. . . .	318 : 47 = 6	: 7 = 45 (1)	7	Voir les renvois aux chiffres de M. d'Hondt.
2e liste. . . .	245 : 47 = 5	: 6 = 40 (2)	5	
3e liste. . . .	238 : 47 = 5	: 6 = 39 (3)	5	
4e liste. . . .	84 : 47 = 1	: 2 = 42 (4)	1	
	885	17		18

Le quotient S : $(n + 1)$ ou 885 : 19 = $46\frac{11}{19}$. On prend donc 47 pour quotient absolu; et comme on n'arrive ainsi qu'à 17 sièges, on augmente d'une unité chacun des nombres 6, 5, 5, 1. Le plus grand 45 des nouveaux quotients sera le *quotient électoral* définitif.

Si l'on compare la répartition ci-dessus à celles des deux premiers procédés, on remarque que les nouveaux chiffres ne sont pas ceux dont nous avons fait voir la fausseté dans les deux premières répartitions; et que les résultats du calcul de M. Hagenbach-Bischoff sont exactement ceux du système d'Hondt.

Dans la solution que j'ai exposée depuis 1888 pour le cas des élections politiques, dans divers mémoires publiés, soit dans le journal *Le Signal*, soit dans les comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des sciences et que j'ai appliquée dernièrement aux élections municipales, j'évite la difficulté de déterminer le *chiffre d'élection* ou *quotient électoral* au moyen des calculs ci-dessus, en faisant de ce *chiffre d'élection* une des données du problème, ce qui a en outre l'avantage, dans les élections politiques, de rendre la représentation proportionnelle générale pour tout le pays et pas simplement locale.

J'ajoute que le ballottage et les élections partielles sont incompatibles avec le principe de la représentation proportionnelle, par la raison fort simple que l'élu unique, s'il n'y a qu'un candidat à élire, sera nécessairement le candidat de la majorité, quand même il s'agirait de remplacer un élu d'une minorité.

A l'article 11, M. Mirman propose le scrutin uninominal de quartier, dans les villes de plus de 100.000 habitants. C'est donc renoncer pour les grandes villes à la représentation proportionnelle, car j'ai prouvé, en 1888, dans *Le Signal* et en 1889 dans les comptes rendus du Congrès de Paris de l'Association française, que le scrutin uninominal d'arrondissement ne vaut pas mieux que le scrutin de liste par département. C'est dans ce cas que le *scrutin uninominal*, tel que je le propose, *dans des circonscriptions plurinominales*, réaliserait parfaitement la représentation proportionnelle. Pourquoi exclure de cette amélioration les grandes villes, qui sont de véritables foyers de lumière et y sacrifier les minorités intelligentes aux hasards de la répartition des opinions dans les divers quartiers?

M. Pierre BOISSIER

Ingénieur à Marseille.

LES GRÈVES, LEURS CONSÉQUENCES & LEUR SOLUTION RATIONNELLE [331.89]

— Séance du 11 septembre —

Les grèves sont néfastes pour tout le monde !

Il est permis de dire, sans exagération, qu'elles sont une des plaies les plus vives de la société moderne, attendu qu'elles portent un préjudice considérable à l'ouvrier qui s'en sert ; à sa famille qui en est réduite à la misère ; au commerce, en général, qui en est profondément affecté et enfin aux patrons, produisant chez quelques-uns la ruine instantanée ou à brève échéance.

Sous prétexte de *liberté*, le législateur a reconnu le droit à la grève, mais il aurait dû, *conformément aux autres droits*, imposer de rigoureux *devoirs* attendu que la *liberté* cesse au moment où elle entrave celle d'autrui, et si vous interrogez les grévistes, pris individuellement, les *neuf dixièmes* vous répondront : « qu'ils déplorent la grève, mais qu'ils sont obligés de la subir » « pour imiter leurs camarades et n'être pas molestés par eux ».

La grève est, non seulement, une arme à deux tranchants qui débute par blesser grièvement celui qui s'en sert, mais en outre elle engendre des excitations et des entraînements belliqueux qui nécessitent des répressions, occasionnant des dépenses considérables au détriment de la Nation tout entière, et il ne faut pas oublier les malheureuses victimes de ces conflits qui, le plus souvent, sont étrangères aux compétitions en cause.

Le droit à la grève est-il égal pour tous les Travailleurs ?

Non. Il y a au contraire, une anomalie choquante qui vicie complètement le principe et qui le condamne formellement. Je citerai comme preuve à l'appui les ouvriers des corporations alimentaires. — Ces ouvriers doivent avoir le même droit à la grève que ceux des autres corporations et, j'ajouterai qu'ils méritent les mêmes égards et le même respect de leurs droits ; cependant, si les ouvriers boulangers se mettent en grève, immédiatement, la municipalité, fût-elle socialiste, se met en devoir d'annihiler les efforts des grévistes en les faisant remplacer *d'urgence*, chez leurs patrons, par des militaires et en approvisionnant le marché avec du pain fabriqué dans les localités voisines où la grève ne sévit pas.

Voici donc des ouvriers, pour ne citer que ceux-ci, qui peuvent avoir de justes revendications à formuler et à soutenir, mais qui sont dans l'impossibilité de se servir des moyens ou des armes prévus par le législateur au profit de l'ouvrier. Ceci est la condamnation du principe des grèves, attendu qu'il n'y a pas et qu'il ne peut pas y avoir *égalité* devant cette loi.

Cette arme, appelée *grève*, est-elle réellement une arme utile et efficace? Si nous consultons les statistiques des grèves précédentes, nous constatons que la plus grande partie n'ont donné d'autres résultats que l'effroyable misère des grévistes et de leurs familles, et si quelques-unes ont apporté une légère amélioration, cette dernière n'est nullement compensée par les sacrifices moraux et matériels que les grévistes ont eu à subir et qui se prolongent encore pendant un temps considérable sans arriver à se récupérer du temps et de l'argent perdus.

Cette pénible situation, résultant de la grève, produit fatalement le découragement et le dégoût du travail chez l'ouvrier qui n'aspire alors qu'à une nouvelle grève dans l'espérance que cette grève future produira les résultats désirés ; or, de cette lutte incessante naît et se propage la haine des classes, attendu que patrons et ouvriers en souffrent également et s'en rejettent la responsabilité.

La loi sur les syndicats est excellente en principe, mais elle est faussée dans son application.

Chaque corporation syndiquée devrait éloigner tout élément étranger à la corporation, malheureusement la politique qui se glisse partout l'utilise comme tremplin électoral.

L'ouvrier étant, par sa nature, foncièrement bon se laisse tromper par les politiciens qui exploitent cette bonté à leur profit, ils font miroiter à ses yeux de fallacieuses promesses en exagérant l'importance de ses droits, tout en négligeant de l'entretenir de ses devoirs et, de ces excitations criminelles, naissent la plupart des grèves qui n'auraient pas existé sans le concours néfaste de ces faiseurs de malheureux.

Pour remédier à cette dualité fratricide entre ouvriers et patrons qui ont tant besoin de s'entendre et de se soutenir, attendu que l'ouvrier d'aujourd'hui sera le patron de demain, ne vaudrait-il pas mieux supprimer le droit à la grève comme étant une plaie sociale incompatible avec des mœurs sociables? Et, pour trancher les différentes revendications collectives et celles des syndicats, recourir à l'arbitrage d'un Tribunal spécial qui est tout indiqué, j'ai nommé : le Conseil de Prud'hommes.

Le Conseil de Prud'hommes a été institué pour régler les différends entre les patrons et les ouvriers, il se recrute, parmi les intéressés, au suffrage universel tout comme nos législateurs.

Puisque ces Conseillers sont reconnus aptes à juger et régler les différends

individuels, pourquoi ne le seraient-ils pas pour juger et régler les questions générales?

Depuis que cette institution est fondée elle a rendu et rend chaque jour de nombreux services par la compétence et l'intégrité de ses jugements.

Au lieu de recourir à MM. les Juges de paix, dont la bonne volonté et le dévouement sont incontestables, mais dont la compétence est douteuse, ne serait-il pas préférable de s'adresser aux Juges naturels possédant une compétence hors de doute?

Je crois que poser la question, c'est la résoudre.

Lorsque les revendications collectives ou syndicales seraient présentées devant ce Conseil, il les étudierait dans leur texte et dans les conséquences qui pourraient en résulter; il apprécierait s'il y a lieu de les accepter intégralement, de les modifier ou de les rejeter, et, après une profonde étude, il rendrait certainement des jugements qui s'imposeraient au respect de tous les intéressés.

Voilà, exposé le plus succinctement possible, ma manière de voir dans la question des grèves. Si la Section pense que je suis dans le vrai, je lui demanderai de présenter un vœu : Que les *Pouvoirs Publics* soient saisis de la question le plus rapidement possible, afin de sortir au plus vite de cette dualité fratricide par une loi bienfaisante et réparatrice.

A cet effet, sans avoir la prétention d'être législateur, j'ai jeté les bases d'un projet de loi qui pourra être modifié et complété par de plus compétents que moi.

PROJET DE LOI

ARTICLE PREMIER. — La liberté du travail étant une nécessité primordiale et inéluctable, les grèves collectives sont interdites sur le territoire de la République Française et de ses Colonies, à partir du jour de la promulgation de la présente loi.

ART. 2 — Toute personne quelconque qui chercherait à entraver cette liberté soit par paroles, par écrits ou par menaces, en excitant les ouvriers ou les patrons à se mettre en grève, sera punie d'un emprisonnement de un à quinze jours, et d'une amende de un à cinquante francs ou de l'une de ces deux peines, suivant le cas, laissé à l'appéciation des Juges correctionnels. En cas de récidive la peine sera doublée.

ART. 3 — En vertu de la loi de *l'offre et de la demande*, chaque ouvrier individuellement a le droit de formuler envers son patron une demande d'augmentation de salaire ou toute autre amélioration de situation et d'abandonner le travail, s'il n'est pas fait droit à sa demande. Les patrons ont également le même droit envers leurs ouvriers sans indemnité de part ni d'autre.

ART. 4 — Les ouvriers d'un même atelier agissant collectivement et les syndicats de chaque corporation ont le droit légitime de formuler toutes revendications au nom de la collectivité ou de la corporation et d'en poursuivre la réalisation devant le Conseil de Prud'hommes qui sera juge souverain en dernier ressort.

ART. 5 — Lorsque les revendications syndicales et collectives seron portées devant le Conseil de Prud'hommes, ce dernier sera composé : du Président assisté de trois Conseillers ouvriers et de trois Conseillers patrons dont un ouvrier et un patron au *minimum* appartiendront à la corporation requérante.

Le jugement sera rendu, après discussion en chambre du Conseil à la majorité des voix recueillies oralement par le Président, qui donnera son vote personnel après celui de tous les membres ; il sera, ensuite, donné lecture du jugement, en audience publique, devant les parties intéressées convoquées à cet effet.

ART. 6 — Toute infraction aux décisions rendues par le Conseil de Prud'-hommes sera déférée au Parquet et les auteurs seront poursuivis correctionnellement.

ART. 7 — Aussitôt après la promulgation de la présente loi, les Conseils de Prud'hommes seront soumis à une élection générale ou au complément des membres à remplacer par suite de décès ou de démission.

ART. 8 — Toutes dispositions antérieures contraires à la présente loi sont et demeurent abrogées.

Vœu formulé et présenté par la section.

Considérant que la loi autorisant les grèves collectives n'a produit, jusqu'a ce jour, que des résultats désastreux et contraires aux intérêts de ceux pour qui elle a été faite ;

Attendu que les grèves collectives portent un préjudice considérable aux ouvriers, au commerce, à l'industrie et à l'universalité des citoyens sans aucune compensation appréciable et qu'elles constituent une plaie sociale à laquelle il faut remédier le plus rapidement possible,

L'Association française pour l'Avancement des sciences, dans sa section d'Économie politique, émet le vœu :

Que les pouvoirs publics recherchent immédiatement les moyens utiles et pratiques de solutionner cette question au mieux des intérêts généraux. Elle propose, entre autres moyens, de recourir à l'arbitrage des Conseils de Prud'hommes réorganisés, pour trancher les questions de revendications syndicales ou collectives.

M. A. LACOUR

Ingénieur à Paris.

LE CRÉDIT POPULAIRE [332.77]

— Séance du 13 septembre —

Le crédit populaire est l'ensemble des institutions ayant pour but de fournir les capitaux nécessaires, pour l'industrie qu'ils exercent ou le commerce qu'ils font, aux travailleurs des classes les plus modestes.

Tout d'abord, il faut bien spécifier qu'il ne s'agit en aucune façon d'œuvres de charité. Le crédit attribué à chaque personne ne doit l'être, ne peut l'être, que sous garantie et avec la condition expresse d'en poursuivre le remboursement par tous les moyens possibles.

Comme il n'y a pas à proprement parler de délimitation entre une grosse opération de banque et une très petite, puisqu'elles ne diffèrent absolument que par l'importance du chiffre, on pourrait croire que tout banquier ou toute institution de crédit est à même de remplir ce but ; mais, s'il en est ainsi en théorie, la pratique a prouvé péremptoirement le contraire. Entre le banquier et le petit artisan, il n'existe pas de lien social et, si celui-ci, surmontant une défiance dont son instinct ne l'avertit que trop, s'aventure chez le banquier, ou bien il est éconduit avec dédain, ou bien il en sort ruiné par des taux usuraires. Et pourtant, il n'y a pas de raison pour que le crédit soit l'apanage de certaines classes privilégiées.

De même que le grand manufacturier, lorsque ses marchandises sont fabriquées, livrées, expédiées, a le légitime désir de pouvoir à son tour régler ses matières premières, ses frais généraux, etc., et pour cela escompte ses gros bordereaux, de même pour le petit menuisier, le petit maréchal, l'agriculteur, l'ouvrier, il peut y avoir avantage à obtenir l'avance d'une partie du prix de son travail, afin de ne pas laisser la boutique sans approvisionnements et quelquefois, il faut le dire, le ménage sans pain.

Ce sont bien souvent les tristes conséquences de ces inégalités qui surexcitent les instincts jaloux et engendrent les mauvaises passions masquée sous le nom trop général de socialisme.

On sait avec quelle effervescence ces théories avaient tout d'un coup surgi vers le milieu du siècle dernier. En Allemagne surtout, les écrits de

Lassalle et de Karl Marx trouvaient un terrain favorable chez ce peuple, jadis trop rêveur, et où la propriété a une constitution presque tout entière féodale.

En 1850, le député Schultze, au nom duquel on joint ordinairement celui du pays qui l'avait nommé en l'appelant Schultze-Delitz, avait eu à dépouiller plus de 1.500 pétitions et mémoires issus des classes ouvrières où se produisaient les rêves les plus irréalisables accompagnés de la peinture prétentieuse et naïve, mais toujours émouvante, de la situation malheureuse des classes pauvres. Schultze comprit que ce n'était pas une réforme radicale qui pouvait, comme par une baguette magique, améliorer le sort de tous ces gens ; il fallait procéder du petit au grand. Il fallait que l'instinct d'association et de solidarité, seul remède possible, se développât par la formation de petites Sociétés très restreintes.

De là sont nées les banques populaires qui devaient bientôt jouer un rôle si important au moins dans deux pays, l'Allemagne et l'Italie.

Je dirai plus loin pourquoi la France est restée un peu en dehors de ce mouvement. Mais d'abord, je dois établir une distinction qui caractérise les deux systèmes allemands et italiens. Toutes les banques populaires ont un caractère commun : c'est la coopération d'un nombre plus ou moins considérable d'associés créant pour leur propre usage une institution de crédit dont les parts très minimes sont à la portée de tous, rédigeant eux-mêmes leurs statuts et conservant l'action la plus directe et la plus efficace sur la marche des affaires, par le vote *uninominal* de tous les associés dans les assemblées générales. Mais tandis qu'en Allemagne elles admettent la responsabilité illimitée des participants, en Italie cette responsabilité ne s'étend que jusqu'à concurrence des actions souscrites comme dans la plupart des Sociétés anonymes, celles auxquelles les Anglais ajoutent le qualificatif de « limited ».

On conçoit que cette seconde solution soit favorable à l'extension des affaires. Ce ne peut être que pour des sociétés infiniment petites, dans lesquelles la généralité des associés participe directement à leur gestion, que le premier mode peut exister. Mais Schultze-Delitz ne se souciait pas de ces considérations. Ce qu'il voulait atteindre avant tout, c'était établir la solidarité par la coopération et la mutualité en fondant les *banques populaires*.

Malgré bien des tracasseries, bien des oppositions, quelques-unes sincères, la plupart issues de sentiments peu avouables, sa foi était si ardente, sa parole si convaincue, le terrain si favorable, qu'il réussit au delà de toute espérance, et à sa mort plus de dix millions de sociétaires étaient acquis à ses idées.

L'Allemagne aujourd'hui compte 5.000 Sociétés de toutes espèces basées essentiellement sur l'épargne mutualisée et dégagées de toute intervention

officielle. Parmi ces Sociétés se trouvent deux mille banques populaires proprement dites. Elles groupent 500.000 associés, possèdent un capital de près de 200 millions, 1/2 milliard de fonds de réserve et distribuent, en moyenne, 6 1/2 0/0 comme dividende annuel.

Tout autre fut le système préconisé par Luzzati lorsqu'en 1865 il fonda la Banque populaire de Milan. L'état social de l'Italie différait alors essentiellement de celui de l'Allemagne. Le peuple n'était pas acquis aux idées communistes qu'il ignorait, mais tout était à faire au point de vue économique. Il fallait créer des capitaux, afin de détourner le mouvement d'affaires nécessaires au relèvement du jeune royaume. Il fallait surtout en provoquer la diffusion parmi les classes travailleuses, mais peu fortunées. Pour cela, les banques coopératives populaires pouvaient être un instrument précieux, mais à la condition qu'elles aient le plus d'élasticité possible. La Banque de Milan débuta avec un capital de 27.000 francs souscrit par 200 associés ; aujourd'hui son capital est de 10 millions et elle a, en plus, 5 millions de fonds de réserve.

Je donnerai, du reste, les tableaux indiquant la marche progressive de ses accroissements; je ferai seulement ici quelques observations qui peuvent avoir un intérêt général.

Les fondateurs de la banque de Milan étaient animés de sentiments très humanitaires, et ils avaient cru en trouver l'application dans certaines opérations qui n'ont pas répondu aux idées qui les avaient inspirées.

Ainsi, les *prêts sur l'honneur*. C'était une fausse idée de vouloir distinguer les prêts faits sur l'honneur des prêts ordinaires. On prête ou on ne prête pas, mais si on fait crédit, il est entendu que l'emprunteur devra rendre, s'il le peut, et il est toujours déshonorant de ne pas rendre ce que l'on doit. C'est un principe absolu qui n'a pas de raison de s'affirmer dans un cas plus que dans un autre. La Banque de Milan l'a reconnu par la suite et les prêts sur l'honneur ont été rayés des statuts. Il en a été de même des prêts sur facture acquittée et de quelques autres procédés reconnus inexécutables ou nuisibles et bientôt abandonnés.

Mais alors elle a fondé une caisse de prévoyance en faveur de son personnel. Chaque employé est titulaire d'un compte actif, qui s'alimente par une retenue faite sur ses émoluments et par une somme au moins égale, versée à titre gracieux par la banque. L'employé est propriétaire de ce compte; mais il ne peut le toucher que lorsqu'il quitte l'administration. On lui en remet alors la valeur exacte, capital et intérêts capitalisés. Ce n'est donc ni une assurance, ni une retraite basée sur une caisse commune à l'instar de ce qui se fait chez les fonctionnaires de l'État, mais bien une sorte d'épargne forcée. En dehors de cela, du reste, la Banque exige que tous ses employés contractent une assurance sur la vie auprès d'une des compagnies créées pour cela. Cette caisse de prévoyance, qui a pris le nom

de son fondateur, le chevalier Pedroni, l'un des présidents du conseil de la Banque, a été accueillie avec la plus grande faveur, et l'on peut dire que par elle la banque de Milan a doublement justifié son titre de populaire.

Cette banque est donc devenue une très importante et très prospère institution de crédit. Mais elle n'a jamais perdu le caractère démocratique qui a inspiré ses premiers fondateurs, Les actions de 50 francs sont à la portée de tous et chaque actionnaire se sent chez lui et fait ses affaires dans la mesure de ses capacités, avec le calme et l'assurance qui conviennent aux questions d'argent. Les assemblées générales sont toujours très suivies et les fonctions d'administrateur recherchées par les hommes les plus distingués de la ville.

D'assez nombreuses banques, fondées plus ou moins sur le modèle de Milan, se sont créées en Italie. Les résultats en sont groupés à Rome par une institution qui publie tous les ans des statistiques des plus intéressantes.

Quelques tentatives ont été faites en France sans que le mouvement se soit beaucoup étendu. La plus ancienne banque populaire est celle de Cannes, fondée en 1875 à l'instigation du publiciste italien Francesco Vigano. Les théories de la coopération appliquées à la banque étaient alors peu connues en France et la nouvelle institution ne pouvait faire mieux que de s'inspirer des idées pratiques de la Banque de Milan, sa jeune sœur aînée.

Le principe de la responsabilité entière fut immédiatement mis hors de cause. Le pays était trop actif, les affaires ne présentaient pas un caractère de stabilité suffisante pour que l'on pût songer à demander à des actionnaires de s'engager *ad infinitum* pour la société elle-même. On admit simplement la forme de Société coopérative anonyme à capital variable et à responsabilité limitée. Le taux des actions fut fixé au minimum permis par la loi, à 50 francs.

Au moment de sa fondation, le 1er octobre 1875, la Banque avait réuni 169 actionnaires ayant souscrit 1.022 actions, sur lesquelles 23.608 francs étaient versés.

Le capital a reçu des accroissements successifs dont le dernier a eu lieu en 1884 et qui a porté le capital à 1.400.000 francs, chiffre auquel il est resté. Les quelques actionnaires qui veulent se retirer de la Société trouvant toujours preneur au-dessus du pair, la banque n'a pas à en poursuivre le remboursement et le titre de capital variable devient un mot fictif.

La Banque de Menton, également basée sur le mode italien, fut fondée il y a une dizaine d'années par M. Raynery. Elle donne de bons résultats et prend du développement. Mais en somme, sauf de trop rares exceptions, on peut dire qu'en France le système des banques populaires a pris peu

d'extension. Faut-il y voir un manque de dévouement parmi les personnes qui seraient à même de créer ces utiles institutions ? On peut, je crois, écarter cette hypothèse. Peut-être les besoins ne se font-ils pas autant sentir qu'en Italie et en Allemagne. Une banque populaire est à la fois un instrument d'épargne et une caisse de crédit. Au premier point de vue, les caisses d'épargne remplissent admirablement le but. Au point de vue *crédit*, en France, plus peut-être que partout ailleurs, les classes modestes trouvent beaucoup de bonne volonté chez leurs propres fournisseurs. Il y a même souvent abus. Les classes ouvrières devraient se méfier plus qu'elles ne le font des *crédits* que leur font des industriels, n'hésitant pas à surfaire les prix en risquant quelques pertes, pensant qu'après tout les bons paieront pour les mauvais. Cette forme de *crédit populaire* est loin d'être à encourager.

Une autre difficulté pour la création des banques réside souvent dans l'esprit de parti. De même qu'une banque n'est pas une institution charitable, elle ne doit pas être un instrument politique. Dans l'un ou l'autre cas elle court rapidement à sa perte. En Allemagne, on pourrait citer il est vrai les caisses Raiffeisen, qui sont nettement des œuvres de propagande de politique conservatrice. Mais alors elles sont alimentées par des personnes riches, qui peuvent trouver dans la propagation de leurs idées politiques et religieuses une compensation aux pertes qu'elles peuvent subir.

En plus de ces raisons, il faut dire que la France est riche et que la fortune y est extrêmement disséminée ; mais si ces raisons expliquent le peu de développement des banques populaires dans notre pays, elles ne le justifient pas tout à fait. L'éternel problème qui se pose entre le capital et le travail est loin d'être résolu ; il est presque toujours mal posé, parce que les termes en sont mal définis. La notion de capital n'est pas de celles que l'on peut comprendre par la pure théorie, et renvoyer aux ouvrages de Ricardo ceux que guette la misère serait une trop cruelle plaisanterie. Les Sociétés de crédit populaire peuvent, dans une mesure modeste sans doute, mais réelle, contribuer à combattre le socialisme dévoyé et maudisseur du capital, et selon l'expression de Léon Say : « *faire reconnaître aux associés que le capital n'est tyrannique que par son absence et qu'au lieu de le maudire, il faut que chacun l'attire à soi et puisse en conquérir sa part* ».

M. Léon GUIFFARD.

Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

LA JEUNESSE FRANÇAISE ET LA COLONISATION. [325.3 : 944]

— Séance du 13 septembre —

Parmi tous les grands problèmes d'ordre économique qui se posent à l'aurore du siècle nouveau, et qui ne laissent pas d'inquiéter les esprits soucieux du lendemain, celui de la colonisation est certes un de ceux qui méritent le plus d'attirer l'attention. Quoique l'autorité des grandes puissances européennes sur les hommes de races inférieures soit encore assez précaire, quoique les peuples primitifs fassent encore de temps en temps quelques efforts pour secouer le joug des civilisés, il semble que la période des conquêtes soit à peu près terminée. Les nations qui prennent part au concert européen ont dépecé le monde barbare ; l'héritage de Noé a fait l'objet d'un nouveau partage, et les fils de Cham ont été dépossédés, sans avoir eu voix au chapitre. La plupart d'entre eux accueillent le Blanc avec la plus complète indifférence et ne songent point à lui résister. Lorsqu'un coup de force est nécessaire, l'Européen le donne rapide et le croit décisif.

Mais il ne suffit pas de posséder : il faut organiser ; il faut coloniser. Il est nécessaire, d'une part, de mettre en valeur les terres nouvelles dont s'est augmenté notre domaine et de leur faire produire l'intérêt des énormes capitaux que leur acquisition nous a coûtés ; d'autre part, les partisans de l'expansion coloniale la jugent indispensable pour le placement du trop plein d'énergie vitale qui s'est développé dans la mère patrie et qui menacerait de déborder ses lois si l'on ne lui donnait un terrain plus vaste pour s'y exercer en toute liberté.

Mais les pessimistes déclarent que ce trop plein ne s'est pas encore produit, que nous n'avons nul excédent de population ni d'activité à placer en dehors des frontières de la métropole ; qu'en tout cas, ce n'est point vers nos colonies que se dirigent ceux qui cherchent un champ d'action que leur refusent la densité de la population et les nécessités de la vie sociale. Et faisant, avec un esprit de parti pris trop visible, des comparaisons désobligeantes et injustes, brandissant des statistiques incomplètes, ceux-là

s'écrient à tout moment : « On ne colonise pas; le Français n'est pas colonisateur ! »

Un journal s'exprime ainsi : « Que manque-t-il à nos colonies ? Des Français. Or, le relevé qui vient d'être établi officiellement de l'émigration française pendant l'année dernière est loin d'être encourageant. Malgré les prétendus efforts tentés pour développer cet exode, on n'a guère profité des libéralités administratives. L'État n'a eu à donner la gratuité ou la réduction du prix de passage qu'à 215 émigrants seulement. Le capital qu'ils ont emporté avec eux, ne dépassait pas 258.200 francs... La propagande coloniale a devant elle une tâche laborieuse. Quand on compare l'étendue toujours croissante de notre empire extérieur, avec la minimité des éléments humains et métalliques qu'y envoie officiellement chaque année la métropole, on demeure confondu ». Nous redresserons tout à l'heure les erreurs de chiffres ; parlons tout de suite de l'erreur d'appréciation.

Le Français est aussi colonisateur que tout autre peuple ; il l'est même autant que les plus colonisateurs parmi les autres peuples ; il a fait ses preuves : le Canada, la Louisiane, les Antilles françaises ne sont-elles pas des œuvres coloniales dignes d'admiration ? Une suite d'événements malheureux nous a fait perdre la presque totalité de notre ancien empire colonial. Nous avons dû recommencer sur nouveaux frais ; nous avons d'abord conquis, nous sommes en train de coloniser ; les résultats ne sont pas encore merveilleux, et ce sont eux qui font dire que nous ne savons pas nous y prendre. Il faut considérer le peu de temps passé et les conditions nouvelles et défavorables dans lesquelles se trouvent nos colons.

Car il y en a, des colons, quoi qu'on en dise. Non seulement les Français vont aux colonies comme soldats ou comme fonctionnaires — on trouve même que ceux-là y vont trop — ils y vont aussi comme colons. La statistique inexacte que nous avons citée plus haut, doit tout d'abord être rectifiée. D'après la feuille de renseignements de l'Office colonial (5 janvier 1901) c'est non point à 215 émigrants que la gratuité ou la réduction du passage a été accordée, mais bien à 593, et les capitaux emportés représentaient 816.000 francs et non pas 258.200 francs. De plus, ces passages gratuits ou réduits, que le ministère des colonies accorde, par application du chapitre 20 de son budget et jusqu'à concurrence d'une dépense annuelle de 100.000 francs, ne représentent que le tiers au plus des départs. On peut donc estimer à 2.000 le nombre des Français qui partent annuellement aux colonies pour s'y établir ou y travailler à l'agriculture ou au commerce. Il faut y ajouter le nombre — restreint encore — des soldats des troupes coloniales qui restent après leur libération, sur le territoire où ils ont accompli leur service militaire. Il est bien entendu que le personnel administratif reste en dehors de ces chiffres.

Quelle part revient aux jeunes gens dans ce nombre? Nous pouvons affirmer, en nous appuyant sur les renseignements qui nous été obligeamment fournis par l'Office colonial et par diverses Sociétés sur le rôle desquelles nous reviendrons, que les jeunes gens forment les deux tiers environ du contingent colonial. C'est entre vingt et trente ans que l'on part aux colonies et c'est aussi le bon moment pour y aller. La croissance est terminée, le développement du corps est arrivé, sinon à son plus haut point, du moins au meilleur ; les habitudes sédentaires, les petites exigences qui attachent l'homme au sol ne sont point encore imposées. Et puis, c'est l'âge des espérances, des bonnes volontés. Les jeunes gens, quoi qu'en pense maint esprit chagrin — « laudator temporis acti » — ne mentent point à l'espoir que l'on a fondé sur eux : c'est à eux de coloniser, et ce sont eux qui sont en train de le faire.

Mais il faut les y aider.

A côté de l'initiative gouvernementale, à laquelle nous devons la création de l'Office colonial, constitué par décret du 14 mars 1899, dans le but : « 1° de centraliser et de mettre à la disposition du public les renseignements de toute nature concernant l'agriculture, le commerce et l'industrie aux colonies françaises ; 2° d'assurer le fonctionnement d'une exposition permanente du commerce colonial », un certain nombre de Sociétés se sont fondées, soit dans le but d'aider à la colonisation en général, soit en vue de cette tâche spéciale d'encourager, d'éduquer et de soutenir la jeunesse qui va aux colonies.

Nous empruntons à un très intéressant ouvrage de M. A. Terrier, l'aimable secrétaire général du Comité de l'Afrique française : *Les auxiliaires de la colonisation*, des renseignements sur ces Sociétés d'initiative privée qui ont rendu à la cause de la colonisation de signalés services. Il est facile de voir que plusieurs d'entre elles s'adressent à la jeunesse, et que celle-ci n'est point restée sourde à leur appel.

A côté du Comité de l'Afrique française, dont l'action est purement politique, de l'Union coloniale, qui s'est donné pour programme, très vaste « la défense des intérêts coloniaux existants, généraux ou particuliers, et la création d'intérêts nouveaux », de la Société de propagande coloniale, de l'Expansion coloniale française, de la Société française de colonisation, de la Société d'aide et de protection aux colons (du Havre), de l'Alliance française, des Sociétés de propagande et de défense spéciales à certaines colonies (Comité de Madagascar, etc.), des Sociétés de Géographie et des Chambres de commerce, il existe des Sociétés particulièrement destinées à répandre parmi les jeunes gens la bonne parole qui doit les pousser à partir aux colonies et y partir utilement, avec un bagage de connaissances suffisant pour que leur action soit efficace.

« La question coloniale n'est, au fond, qu'une question d'éducation », disait M. Bonvalot, fondateur du Comité Dupleix, dans un discours prononcé à la Sorbonne, le 17 janvier 1897, et qui eut un grand retentissement, et tout le programme du Comité tient dans cette déclaration. « Il faut s'adresser aux jeunes, aux enfants, disait-il encore, même aux jeunes filles, de sorte que l'idée coloniale pénètre dans la famille par les enfants... On peut obtenir ce résultat que de jeunes Français disent : « Je serai colon », comme d'autres disent déjà : « Je serai médecin, je serai soldat ». Il faut les préparer à être colons, comme à une carrière... Nous espérons qu'à la suite de cette propagande les colonies finiront par gagner le crédit moral qui leur manque, sans lequel elles n'auront jamais l'autre crédit qui provoquera l'émigration des capitaux, et aussi des hommes de valeur capables de manier utilement ces capitaux. »

L'appel de M. Bonvalot a été entendu. Le Comité Dupleix reçoit annuellement 1.500 visites et 5.000 lettres. Toutes les demandes de renseignements ne sont point suivis de départs, mais la propagande n'est point infructueuse. « A l'heure qu'il est, des milliers de vocations coloniales se lèvent sur toute la France », constate un des derniers comptes rendus.

Mais il ne suffit pas de susciter des vocations coloniales, il faut faire l'éducation spéciale du futur colon, de façon à n'envoyer dans nos possessions d'outre-mer que des gens capables d'en tirer profit et pour eux-mêmes, et pour les colonies. Et c'est à cette idée d'éducation spéciale, technique que s'attache la Ligue coloniale de la Jeunesse. Fondée en 1897, sous les auspices de l'Union coloniale française, elle a pour but « de répandre parmi la jeunesse française l'esprit et le goût de la colonisation, de rendre plus efficaces les vocations coloniales en propageant chez ceux qui en sont animés les notions les plus exactes des conditions nécessaires pour réussir dans les entreprises coloniales et en favorisant les moyens de s'y préparer et d'y parvenir, et d'établir entre ses membres des liens de solidarité et d'assistance mutuelle ». Elle a pris pour devise : Propagande, éducation, assistance. Il est à remarquer qu'elle se préoccupe au plus haut point d'établir une sélection parmi les jeunes gens qui veulent « aller aux colonies ». Elle a le souci d'écarter les vocations peu solides et d'évincer les non-valeurs. Son dévoué président, M. Ch. Noufflard, s'exprime ainsi, dans le rapport sur l'exercice 1898-1899 : « La jeunesse française n'a pas besoin que l'on stimule son zèle colonisateur. Elle aurait plutôt besoin qu'on le modère et qu'on lui fasse prendre patience en attendant que les capitaux soient disposés à l'aider et les colonies prêtes à les recevoir. »

La France coloniale, de fondation récente, recrute ses adhérents parmi la jeunesse coloniale, dans un but d'aide mutuelle, de placement de ses membres dans les entreprises coloniales et d'établissement de relations amicales entre les jeunes coloniaux.

Ajoutons qu'il existe à l'École coloniale une section commerciale, qu'une École d'Agriculture coloniale fonctionne à Tunis, et qu'une institution privée, l'École pratique d'enseignement colonial, a été organisée à Joinville-le-Pont par le docteur Rousseau.

Enfin, sous les auspices de MM. Chailley-Bert et J. Godfroy a été créée, en 1897, par Mme Pégard, la Société d'Émigration des femmes dans le but de prêter un appui matériel et moral aux Françaises qui veulent s'expatrier. Mais il est douteux que la vie coloniale, telle qu'elle se présente à l'heure actuelle, tente beaucoup de jeunes filles; c'est même là un des points faibles de la colonisation. La vie de famille n'existe pas dans la plupart des colonies, et c'est une des causes de l'instabilité de leur population européenne.

Dans tous les cas, expansion féminine à part, on vient de voir, par l'exposé qui précède, que de grands efforts sont faits pour pousser la jeunesse à la colonisation, et qu'elle n'y est pas réfractaire. En un article tout récent, M. G. Hanotaux le constatait: « Les générations nouvelles sont prêtes; les jeunes gens ont le brodequin lacé; sur un signe, ils partiront ». Ils font mieux; ils partent. D'où vient que les résultats ne répondent point aux espérances ni aux efforts?

Les causes de notre infériorité, au point de vue de notre population coloniale, sont assez nombreuses. L'instabilité en est une. En général, on ne va pas aux colonies pour s'établir, on y va pour amasser un pécule qui permettra ensuite de s'installer dans la mère patrie. La colonisation agricole est la seule qui puisse retenir le colon au sol; or, quoi qu'en dise M. Chailley-Bert, nous ne croyons pas que nos colonies en soient à « l'âge de l'agriculture »; si c'est l'agriculture qui a fait nos anciennes colonies et leur a assuré leur prospérité, c'est que trois conditions se trouvaient alors réunies qui ont permis de mettre le sol en valeur: climat supportable, terres cultivables, main-d'œuvre abondante. Mais nous n'avons plus guère de colonies réunissant ces conditions. Les plantations de café à la Nouvelle-Calédonie sont à peu près le seul essai de culture par l'Européen qui ait été tenté; il faut laisser, en Indo-Chine et à Madagascar, l'indigène s'occuper du travail du sol, en cherchant seulement à améliorer ses procédés; quant à nos immenses possessions d'Afrique — l'Algérie étant hors de cause — il ne faut point songer, tout au moins d'ici longtemps, à y faire de la culture; sous un climat brûlant, sur un sol pestilentiel, que faire? Quant à la main-d'œuvre, c'est néant; il ne faut pas parler aux blancs du rétablissement de l'esclavage, mais il ne faut pas parler aux nègres de travailler.

Aussi, la colonisation française est-elle surtout commerciale. Il faut dire que si, à première vue, elle tente beaucoup de jeunes gens, ceux-ci

ont vite fait de perdre leurs illusions, et beaucoup en reviennent désenchantés et ne repartent pas; nouvelle cause d'instabilité à laquelle s'ajoute, pour ceux qui persévèrent, l'impossibilité de constituer une famille dans la plupart de nos colonies.

Et que l'on ne reproche plus aux jeunes gens de n'être pas colonisateurs ; il faut, au contraire, avec la Ligue coloniale de la Jeunesse, modérer leur élan et le diriger sagement. C'est, qu'en effet, la vie qui les attend aux colonies est fort dure, et la rémunération fort mince. L'employé de factorerie qui signe un engagement de trois ans pour les comptoirs d'Afrique, par exemple, est payé, lors de son premier séjour, de 100 à 150 francs par mois; il existe même des maisons qui envoient à Madagascar des jeunes gens au pair... et elles en trouvent.

Les maisons — Sociétés anonymes généralement — qui emploient ces jeunes gens, doivent, en outre, leur assurer le vivre et le couvert, mais, dès qu'on s'éloigne de la côte, le ravitaillement est très irrégulier; quant au logement, c'est, la plupart du temps, le dernier mot de l'inconfortable: une paillotte sans meubles ou un hangar sans cloisons.

Celui à qui sa santé a permis d'achever un premier séjour, et qui n'est pas dégoûté, trouve à se rengager à des appointements supérieurs, 250 ou 300 francs par mois. On fait miroiter à ses yeux l'espoir d'un avancement progressif et rapide. Des directeurs d'établissements importants gagnent 10.000 francs, et plus... mais ils ont trente-cinq ans, dont dix ou quinze ans de séjour aux colonies.

Il n'y a donc pas là de quoi attirer beaucoup de jeunes gens vers les colonies; encore ne trouve-t-on point à placer tous ceux qui désireraient y aller. C'est, qu'en effet, si les employés européens ne manquent point, la main-d'œuvre indigène presque partout fait défaut, et sans elle on ne peut rien faire : ni travaux publics, quoi qu'en pensent les partisans de la main-d'œuvre pénale, généralement impraticable, ni travaux particuliers. Mieux encore; sur beaucoup de points, l'indigène refuse tout trafic avec l'Européen, et l'élan de celui-ci se brise contre le bloc intangible des races primitives.

On a beaucoup parlé de l'insuffisance des capitaux mis à la disposition de la colonisation. C'est une erreur : des Sociétés munies de capitaux très importants se sont constituées, mais, en maint endroit, tous leurs efforts se sont épuisés sans qu'aucun résultat pratique ait été atteint : le terrain d'action était mauvais. C'est là une des causes qui font que l'on ne trouve pas à employer toutes les bonnes volontés offertes à l'œuvre coloniale.

Nous avons exposé des faits; il faut maintenant nous résumer et conclure.

La situation n'est pas aussi alarmante qu'on pourrait le croire en entendant les plaintes de gens mal renseignés ou portés à un dénigrement sys-

tématique de tout ce qui les entoure. La jeunesse française est toute disposée à coloniser, mais c'est à la génération précédente, à celle qui détient le pouvoir et les capitaux, de l'y aider.

Il faut, pour cela, grâce à une étude des conditions de la vie dans nos colonies, adapter à chacune d'elle le mode de colonisation qui lui convient. Ce choix ayant été fait, il est nécessaire de mettre la colonie en état de recevoir les colons, par des travaux d'utilité générale dont le soin incombe aux pouvoirs publics.

Les commerçants, les industriels et les banquiers doivent jeter quelques regards du côté des colonies, et se pénétrer de cette idée qu'elles sont un débouché d'avenir, à la condition qu'on leur accorde quelque crédit.

Les sociétés de colonisation et les chefs d'établissement ou d'exploitation ont, de leur côté, le devoir d'assurer aux jeunes gens engagés à leur service un confortable ou tout au moins une hygiène qui réduise dans toute la mesure du possible les risques de l'acclimatement, et une situation qui compense les inconvénients de cette transplantation, en même temps qu'elle stimulera le zèle des agents. Ils auront aussi à se préoccuper du personnel auxiliaire indigène, la grave question de la main-d'œuvre étant trop souvent livrée au hasard.

Enfin, ceux qui veulent coloniser doivent s'y préparer par une éducation spéciale, tant physique qu'intellectuelle, de façon à rendre un maximum de services et à aider dans une large mesure au développement des colonies qu'ils iront peupler. Ils doivent y apporter avec eux des connaissances appropriées au but qu'ils se proposent, et préparer de longue main les résultats qu'ils veulent obtenir.

C'est là une série de problèmes que nous nous contentons dès à présent d'indiquer, et qu'il incombe à des hommes compétents d'étudier et de résoudre séparément. Nous croyons qu'en totalisant les solutions on aura la solution du grand problème de la colonisation.

M. ANDRÉ

Inspecteur de l'Enseignement primaire, à Reims.

L'ŒUVRE DES VOYAGES SCOLAIRES DE LA DEUXIÈME CIRCONSCRIPTION DE REIMS [613-69-76]

— Séance du 9 septembre —

Ce n'est pas à des membres de l'Association française pour l'avancement des Sciences qu'il est besoin de vanter l'utilité des voyages.

Chaque année, en effet, l'Association, à l'occasion de son Congrès, organise de magnifiques excursions — vous savez tous avec quel succès croissant — et cela depuis trente ans.

Et, à diverses reprises, elle a montré tout l'intérêt qu'elle porte à l'institution féconde des voyages et des colonies scolaires.

Je vais donc, sans autre préambule, vous entretenir de l'œuvre nouvelle d'éducation et d'instruction que nous avons créée en juillet 1897, à Reims, et qui est aujourd'hui en plein développement.

I

BUT DE L'ŒUVRE

L'OEuvre des Voyages scolaires a pour but :

1° De favoriser une saine émulation parmi les élèves de toutes les écoles primaires publiques de la deuxième circonscription d'inspection primaire de Reims, en faisant participer les plus méritants d'entre eux, à la fin de chaque année scolaire, à un voyage de vacances qui s'effectue *dans le département de la Marne ou dans la région avoisinante ;*

2° D'habituer de bonne heure les enfants à discerner et à reconnaître le mérite réel et de les acheminer aussi, dès l'école, vers la pratique volontaire de la solidarité sociale ;

3° D'affermir, de préciser, d'étendre les connaissances générales acquises en classe, et d'apprendre à goûter le beau dans la nature et dans l'art ;

4° De faire mieux connaître, notamment, la géographie et l'histoire du pays où la plupart des enfants sont appelés à vivre, et de développer ainsi

en eux le sentiment du patriotisme, l'amour éclairé de la petite patrie étant le germe fécond de l'amour de la Patrie française ;

5° Et, autant que les ressources de l'OEuvre le permettent, d'améliorer la santé des enfants les plus chétifs, choisis parmi les plus pauvres entre les plus débiles et les plus méritants des écoles primaires publiques, en organisant à leur profit des colonies sanitaires de vacances.

II

COMPOSITION DES CARAVANES

Caravane d'honneur. — Caravanes cantonales.

Les élèves appelés à bénéficier des avantages de l'OEuvre doivent satisfaire à trois conditions générales.

Il faut :

1° Qu'ils aient *onze ans au moins* et *quatorze ans au plus*, au 1er octobre de l'année du voyage ;

2° Qu'ils aient mérité *plusieurs inscriptions au tableau d'honneur* de l'école, dans le courant de l'année scolaire, et qu'ils n'aient pas été rayés de ce tableau pour cause d'inconduite, à moins qu'il n'y ait eu inscription ultérieure à la radiation ;

3° Qu'ils ne se soient pas absentés de l'école plus de *dix fois*, sans motifs légitimes, pendant le même laps de temps.

Ceux qui, remplissant ces conditions, obtiennent le certificat d'études primaires avec la mention : *Très bien* (note moyenne : 8 sur 10), font de droit un voyage de *trois à cinq jours* et forment la CARAVANE D'HONNEUR.

Les autres petits touristes sont désignés *dans toutes les écoles primaires publiques de la circonscription, par les libres suffrages de leurs camarades*, à raison d'un élève par cinquante enfants d'âge scolaire ou par fraction de cinquante. Ils sont groupés en CARAVANES CANTONALES et effectuent une excursion d'une journée ou deux.

Comme on le voit, nous avons tenu à réserver, dans l'organisation de nos voyages de vacances, une place spéciale aux élèves qui, aux qualités morales, joignent les dons de l'esprit ; mais, contrairement au désir qui nous avait été exprimé par un certain nombre de nos adhérents, nous n'avons pas cru devoir composer exclusivement nos caravanes cantonales à l'aide d'élèves pourvus du certificat d'études. Et cela, pour deux raisons : d'abord parce que l'heureux résultat d'un examen n'indique pas toujours un mérite digne de récompense ; ensuite, parce que nous tenions essentiellement à ce que, dans toute l'étendue de la circonscription, la perspective d'un

voyage annuel tînt tout le monde en haleine et que toutes les écoles pussent être représentées dans les caravanes.

D'après nos dispositions réglementaires, la plupart des excursionnistes sont pourvus de leur modeste diplôme, mais nous ne faisons pas de la possession de ce titre une condition *sine qua non*.

Ce que nous exigeons, c'est un ensemble de qualités qui permette d'affirmer que les élèves bénéficiaires sont réellement pris parmi les plus méritants.

Et nous n'avons pas hésité à introduire le vote dans l'école populaire, afin d'éloigner des instituteurs et des institutrices — autant que faire se pouvait — tout ennui, tout soupçon de partialité, et aussi pour contribuer, dans la mesure de nos moyens, à l'éducation du suffrage universel, en préparant pour le pays des électeurs plus conscients de leurs obligations civiques et mieux disposés à les bien remplir.

Toutes les précautions ont été prises pour restreindre le rôle du hasard et de l'effort momentané, pour encourager la fréquentation scolaire, pour stimuler l'effort moral aussi bien que l'effort intellectuel, pour fermer l'école à toute intrigue, à toute influence du dehors.

La liste électorale scolaire comprend :

1° Les élèves du cours supérieur ;

2° Les élèves du cours moyen ;

3° Les élèves du cours élémentaire qui, à la suite de l'examen de passage, ont été jugés dignes d'entrer dans le cours moyen à la rentrée suivante.

Tous les élèves d'âge scolaire ne pouvaient être admis, sans distinction, à l'épreuve délicate du vote.

Pour pouvoir faire un choix raisonné, il est nécessaire, en effet, que l'enfant possède d'abord une instruction suffisante et un jugement exercé. De plus, il faut aussi que par une fréquentation scolaire satisfaisante, il ait été à même de se former une opinion réfléchie sur les mérites respectifs de ses camarades de classe. C'est ce qui nous a fait décider que, pour pouvoir prendre part au vote, les élèves ne devraient pas avoir eu plus de *trente absences* non légitimes pendant l'année scolaire.

La désignation des excursionnistes, faite au moyen du bulletin de vote, n'est d'ailleurs que la généralisation d'une pratique qui existe déjà dans un assez grand nombre d'établissements scolaires pour l'attribution de prix spéciaux auxquels on attache surtout une valeur d'opinion. A Paris, chaque année, les Prix dits du 14 Juillet ne sont pas décernés autrement.

Nous n'avons jamais entendu formuler aucun grief sérieux contre cette façon de procéder, qui est « une sorte d'initiation à la vie civique, en même temps qu'un hommage rendu au bon esprit de l'école ».

Au surplus, les élections qui ont eu lieu, en 1901, pour la cinquième

fois, dans toutes les écoles publiques de la circonscription, ont justifié pleinement nos prévisions. Nos électeurs en herbe, garçons et filles, se sont admirablement comportés. Ils ont fait preuve d'une droiture, d'un jugement et d'un désintéressement qui pourraient servir d'exemple aux électeurs de l'ordre politique. Très peu d'enfants se sont donné leur voix et beaucoup d'entre eux ont été élus, au premier tour, à la majorité absolue.

Dans quelques écoles, plusieurs des heureux avaient échoué à l'examen du certificat d'études primaires ; leurs camarades, bons appréciateurs du vrai mérite, ont tenu à réparer l'injustice du sort.

Partout le vote s'est effectué dans les formes voulues, de la façon la plus correcte, souvent en présence du maire ou d'un délégué cantonal.

Et c'est bien l'élite qui, chaque année, est désignée. C'est que l'enfant possède, au plus haut degré, le sentiment de la justice et qu'il est très fier de la confiance que son maître lui témoigne.

III

ORGANISATION DES CARAVANES

« Il ne suffit pas, pour s'instruire, de courir les pays, a dit Rousseau, il faut savoir voyager. Tout ce qui se fait par raison doit avoir ses règles : les voyages, considérés comme une partie de l'éducation, doivent avoir les leurs. »

La bonne réussite d'un voyage dépend beaucoup du soin avec lequel le programme a été établi et de l'harmonie qui règne entre ceux qui dirigent et ceux qui obéissent.

Les personnes chargées de la direction et de la surveillance des caravanes organisées par l'Œuvre des Voyages scolaires sont désignées par le Conseil d'administration de l'Œuvre, sur la proposition de l'Inspecteur primaire.

Le choix ne peut porter que sur des membres de la Société. Le directeur de chacune des caravanes est un membre du Conseil d'administration : il est assisté d'instituteurs et d'institutrices en nombre suffisant pour qu'une surveillance active puisse être exercée sur les enfants (1 maître par groupe de 9 ou 10 enfants).

La participation aux excursions ne dépend aucunement de la situation de fortune des familles, la Caisse de l'Association supportant *tous les frais de voyage, ceux des élèves aussi bien que ceux des surveillants*.

Quelques jours avant le voyage, l'itinéraire des excursions est porté à la connaissance des familles intéressées, par les soins des instituteurs et des

institutrices, qui sont chargés de transmettre également aux excursionnistes toutes les instructions relatives au voyage, avec la carte d'identité délivrée par le président de l'OEuvre.

Sur la présentation de cette carte, chacun des membres participants obtient, à la gare la plus rapprochée de sa résidence, un billet *d'aller et retour*, avec réduction de 50 0/0.

L'élève prend lui-même son billet, et le prix du voyage lui est remboursé au retour.

Le jour de l'excursion, l'une des personnes qui ont accepté la mission de surveiller les enfants, part du point extrême fixé sur la feuille itinéraire; il reçoit, en cours de route, aux points d'arrêt déterminés, les écoliers et écolières amenés par leurs parents ou par leurs maîtres et les conduit au centre de groupement. Le retour s'effectue dans les mêmes conditions.

Ajoutons un renseignement qui a son importance. L'OEuvre est assurée contre les accidents qui pourraient survenir au cours des voyages, en dépit de la vigilance des directeurs et des surveillants (10 centimes par élève et par journée de voyage).

Grâce à toutes ces mesures, nous avons donné aux familles les garanties de sécurité qu'elles pouvaient souhaiter et nous avons aussi dégagé la responsabilité civile de l'OEuvre.

Jusqu'à ce jour, les voyages ont réussi à souhait. Les doutes qu'on avait émis sur la portée pratique de l'institution se sont dissipés. Nul accroc, nul désordre, nul accident.

IV

RESSOURCES DE L'ASSOCIATION

Les ressources de l'OEuvre se composent :

1° Des souscriptions et des cotisations des membres bienfaiteurs, fondateurs, honoraires, souscripteurs, donateurs et participants;

2° Du produit d'une *cotisation annuelle et volontaire de dix centimes, le décime des voyages scolaires* demandée à tous les enfants d'âge scolaire fréquentant les écoles primaires publiques;

3° Des subventions ou allocations des communes, des caisses des écoles, du département et de l'État;

4° Du produit des ventes et loteries autorisées, de toutes conférences et fêtes qui peuvent être données au profit de l'OEuvre;

5° Des dons manuels, et généralement, de toutes recettes que l'Association peut réaliser.

Toutes ces ressources sont réunies, dans chaque commune, par les soins

des instituteurs et des institutrices et transmises par eux au trésorier de l'OEuvre.

Les adhésions ont été mises à la portée de toutes les bourses, même des plus humbles.

Ainsi, à côté des membres bienfaiteurs et des membres fondateurs qui versent respectivement, une fois pour toutes, une somme de 100 francs ou une somme de 10 francs, il y a :

Les membres honoraires dont la cotisation annuelle est de 2 francs au minimum ;

Les membres souscripteurs qui versent annuellement 1 franc et les membres donateurs qui versent 50 centimes.

Nous avons voulu que l'OEuvre des Voyages scolaires, créée pour les enfants du peuple, pût grouper aisément autour d'elle de nombreuses sympathies et revêtît un caractère nettement démocratique. Nous avons voulu aussi que l'OEuvre fût, pour les enfants d'âge scolaire, une occasion de mettre en pratique, dès le jeune âge, le beau devoir de la solidarité. C'est pourquoi nous leur demandons de faire, chaque année, au profit de leurs camarades les plus méritants, le très léger sacrifice d'*un décime*, en s'inspirant de cette devise placée en tête de nos statuts :

Tous pour un ! Un pour tous !

V

RÉSULTATS OBTENUS

Si les enfants ont accueilli avec enthousiasme l'organisation des excursions de fin d'année scolaire, le nombre toujours croissant des membres de l'Association, l'importance des sommes recueillies disent éloquemment l'accueil fait par le public aux idées qui ont suggéré la fondation de l'*OEuvre des Voyages scolaires*.

Voici les chiffres qui traduisent les résultats obtenus depuis la création de la Société, c'est-à-dire depuis le mois de juillet 1897 :

A. — *Nombre des membres.*

Au 31 décembre 1897.	1.063
Au 31 décembre 1898.	1.608
Au 31 décembre 1899.	1.945
Au 31 décembre 1900.	2.825

B. — *Sommes recueillies.*

En 1897 (cotisations, dons, souscriptions, etc.)	Fr.	4.077 15
En 1898 — — — . .		4.879 80
En 1899 — — — . .		5.086 10
En 1900 (cotisations, dons, souscriptions, etc.) (Voyage de 4 jours à l'Exposition universelle) .		10.504 15
Soit une somme totale de	Fr.	24.547 20,

dans laquelle figurent seulement 350 francs provenant de subventions du département (200 fr.) et de l'État (150 fr.).

C. — *Nombre des excursionnistes.*

(Élèves, instituteurs et institutrices).

En 1897.	247	personnes.
En 1898.	273	—
En 1899.	274	—
En 1900.	380	—
En 1901.	290	—
TOTAL	1.464	personnes.

VI

BULLETIN — REVUE RÉGIONALE

Pour favoriser le développement de l'OEuvre des Voyages scolaires, et afin d'établir un lien entre tous les membres de l'Association, nous avons créé, en 1899, un *Bulletin trimestriel* qui publie tous les documents concernant le fonctionnement de la Société.

Ce *Bulletin* est doublé d'une *Revue d'instruction populaire* qui s'applique à faire connaître dans les grandes lignes, par l'image et par l'esprit, les villes principales, les monuments les plus remarquables, la géographie, l'histoire, l'industrie et le commerce de la région du Nord-Est, et particulièrement de la région champenoise.

La *Revue* essaie de seconder le mouvement de décentralisation qui se dessine sur divers points en France et contribue à développer le patriotisme local et régional.

Elle cherche à répandre dans le peuple le goût du beau et l'intelligence des œuvres d'art.

Elle publie des articles sur les vieilles coutumes, contes, légendes, chan-

sons populaires qu'on retrouve encore ça et là dans la région champenoise, si riche en souvenirs de toute sorte.

Elle favorise tout ce qui peut contribuer au bonheur et à l'éducation de l'enfance et de la jeunesse, particulièrement les fêtes, jeux, exercices de gymnastique et de tir, promenades et voyages d'instruction, colonies sanitaires de vacances.[1]

Les quatre fascicules de chaque année (la publication est trimestrielle) forment un beau volume de 200 pages environ, avec presque autant de photogravures et de dessins artistiques.

Chaque tome peut être utilement donné en prix aux élèves des établissements d'instruction ou être placé dans les bibliothèques publiques ou privées.

VII

RÉSUMÉ DES AVANTAGES DE L'ŒUVRE — SA PORTÉE ÉDUCATIVE ET SOCIALE

Le voyage de vacances est certainement l'un des plus puissants moyens d'émulation dont on dispose à l'école primaire. Voyager, c'est pour l'enfant plus qu'un plaisir : c'est un vrai bonheur. Aussi l'attrait de cette récompense si désirée des élèves a déjà produit, dans les écoles de la deuxième circonscription de Reims, une salutaire influence. La fréquentation des classes, la conduite des enfants et le travail général dans les écoles s'en sont ressentis. L'an dernier surtout, en raison du voyage à l'Exposition universelle promis aux élèves les plus dignes, l'influence a été très sensible. Ainsi, au lieu de 25 élèves qui, en moyenne, obtenaient le certificat d'études primaires avec la mention *Très bien*, il y en a eu 45 en 1900. C'est que nombre d'enfants ont redoublé d'ardeur au travail et de surveillance sur eux-mêmes, afin d'obtenir l'un des premiers rangs à l'examen du certificat d'études, afin de gagner l'affection et la confiance de leurs camarades de classe et celles de leurs maîtres ou maîtresses.

Il serait superflu d'insister sur les avantages des voyages scolaires au point de vue de l'instruction proprement dite.

Que de leçons importantes de géographie et d'histoire peuvent être complétées, vivifiées, rendues sensibles, pour ainsi dire, par la vue des lieux et des monuments célèbres!

Et que de notions scientifiques rectifiées, devenues précises, grâce aux enseignements qui se dégagent des choses mêmes!

On pourra mesurer le profit et le plaisir que les membres participants de l'OEuvre des Voyages scolaires ont trouvés dans les excursions organi-

sées depuis 1897, en jetant un coup d'œil sur le tableau ci-après qui énumère brièvement les endroits déjà visités par les caravanes :

Marne. — Reims, Châlons-sur-Marne, Épernay, Vitry-le-François, Sainte-Menehould, Sézanne, Montmirail, Champaubert, Valmy, Sermaize, etc.
Aisne. — Laon, Soissons, Château-Thierry, Coucy-le-Château, Villers-Cotterets, Longpont, Fère-en-Tardenois, etc.
Ardennes. — Mézières-Charleville, Sedan, Bazeilles, la vallée de la Meuse, Monthermé, Revin, Givet.
Meuse. — Les Islettes et l'Argonne.
Oise. — Pierrefonds, Compiègne, Chantilly.
Seine et *Seine-et-Oise.* — Paris, l'Exposition universelle, Versailles.
Belgique. — Dinant, Namur, Bruxelles.

Et les voyages de vacances sont plus qu'un moyen d'instruction, ils sont un procédé d'éducation. Ils exercent l'esprit d'observation, donnent l'occasion de vérifier, de comparer, de juger par soi-même; ils stimulent l'initiative individuelle et orientent vers l'action; ils habituent l'enfant à compter sur soi et à faire acte de force et de volonté :

Voir, c'est savoir et vouloir.

Enfin, à côté de ces avantages généraux, l'OEuvre des Voyages scolaires en offre d'autres au point de vue social.

En exerçant les enfants à discerner le mérite réel et en les obligeant à s'incliner devant lui; en leur faisant faire l'apprentissage de leur future fonction d'électeur; en groupant en caravanes, pour un plaisir commun, les meilleurs d'entre eux; en leur procurant une joie sans mélange « le plus énergique fortifiant des volontés »; en excitant leur admiration par des spectacles variés, l'OEuvre encourage les bonnes habitudes morales, initie l'enfant à la vie civique et à la vie sociale, le prédispose à l'action et aux sentiments nobles et généreux.

D'autre part, l'OEuvre incite les élèves à songer aux autres dès le jeune âge et leur fait sentir les bienfaits de l'Association.

A tous, en effet, nous demandons de verser dans la bourse commune une cotisation *annuelle et volontaire* de *dix centimes*, simple manifestation du devoir social, à laquelle tous peuvent s'associer, car ils sont très rares les enfants qui se trouvent réellement dans l'impossibilité de prélever une somme aussi minime sur leurs menus plaisirs.

En 1897, le décime des voyages scolaires a été versé par 3.777 enfants, (sur 8.000 environ inscrits dans les écoles); 3.990 l'ont offert en 1898, 4.057 en 1899 et 4.150 en 1.900.

Enfin, 2.825 personnes, depuis quatre ans, réunies dans un même sentiment, l'amour de l'enfance, se sont groupées autour de l'OEuvre. Elles

appartiennent à toutes les classes de la société, sans distinction de conditions ni d'opinions. Sur les listes déjà longues des adhérents, on trouve, à côté des noms d'élus du suffrage universel : députés, conseillers généraux, conseillers d'arrondissement, maires, adjoints, conseillers municipaux, de riches négociants, de grands industriels, des médecins, des notaires, de nombreux fonctionnaires, même de l'ordre le plus humble, cantonniers, gardes champêtres, puis de modestes ouvriers : charrons, maréchaux, vignerons, bûcherons...

« A consulter ces listes, on surprend le symptôme heureux d'un changement qui s'opère dans l'esprit du peuple des campagnes, lequel s'intéresse de plus en plus à l'instruction des enfants, à l'œuvre de l'école moderne, et aussi la preuve d'un concours de toutes les bonnes volontés tout prêt à s'établir sur le terrain de l'éducation populaire ».

L'OEuvre apparaît ainsi avec un nouveau caractère : c'est une œuvre de solidarité et de fraternité.

CONCLUSION

Telle est, dans ses grandes lignes et avec sa physionomie propre, la société d'instruction et d'éducation que nous avons créée, œuvre bien française et essentiellement démocratique.

Loin de nous la pensée de croire que notre fondation est une panacée : il serait bien facile d'y relever des points faibles. Mais, si, telle qu'elle est, l'OEuvre des Voyages scolaires vous paraît digne de vos sympathies et de vos précieux encouragements, nous nous estimerons fort heureux d'avoir pu les provoquer.

M. Louis GRANDVILLIERS

Directeur de l'annexe médico-pédagogique de l'Établissement médical de Meyzieux,
Ex-Professeur à l'Institution nationale des sourds-muets de Paris et à l'Asile-école d'anormaux de Bicêtre.

ET

M. le Dr COURJON

Directeur-fondateur de l'Établissement médical de Meyzieux (Isère).

ÉDUCATION, TRAITEMENT ET ASSISTANCE DES ENFANTS ANORMAUX [371.9]

— *Séance du 10 septembre* —

I

LES ANORMAUX — L'IDIOTIE — DÉFINITIONS — CAUSES

On peut appeler, étymologiquement, « enfants anormaux », tous ceux qui, par suite d'infirmités congénitales ou acquises, se trouvent placés dans des conditions telles qu'ils ne peuvent vivre de la vie sociale normale.

Cette définition, très large, permet donc de compter parmi les anormaux : les sourds-muets et les aveugles; les invalides; les idiots, nerveux ou non; les indisciplinés et les pervers.

Il existe, en France, des établissements spéciaux d'assistance et d'éducation pour les sourds-muets et les aveugles. Dire ce que sont ces établissements, rappeler leurs bienfaits, ou signaler les défectuosités et les lacunes qui existent dans leur organisation et leur fonctionnement ne rentre pas dans notre cadre.

Pour les invalides : boiteux, manchots, paralytiques, rien n'est fait, à notre connaissance, dans notre pays. Un jour peut-être, nous reviendrons sur leur cas spécial, et nous citerons en exemple l'organisation des écoles-ateliers et des asiles-ateliers pour infirmes qui existent dans les pays scandinaves.

Plus tard également, nous parlerons des enfants indisciplinés, et nous ferons, après tant d'autres, le procès des maisons de correction — ou de perversion — comme on voudra les appeler. Pour aujourd'hui, bornons-nous, à ce sujet, à rappeler à l'attention des criminalistes, des pédagogues

et des philanthropes l'organisation de l'école Lepelletier de Saint-Fargeau, à Montesson.

Dans la présente étude, nous avons l'intention de nous occuper plus spécialement des idiots, nerveux ou non, de définir leur état, d'indiquer sommairement les moyens de l'améliorer, au triple point de vue de l'éducation, du traitement et de l'assistance.

Sollier définit l'idiotie : « Une affection cérébrale chronique, à lésions variées, causée par des troubles des fonctions intellectuelles, sensitives et motrices, pouvant aller jusqu'à leur abolition presque complète, et qui n'emprunte son caractère spécial, particulièrement en ce qui concerne les troubles intellectuels, qu'au jeune âge des sujets qu'elle frappe. » — Il ajoute : « Ce qui le caractérise donc essentiellement (l'idiot), c'est qu'il est porteur d'une lésion cérébrale, qu'il est atteint anatomiquement, tandis que les autres catégories (imbéciles, arriérés), avec lesquels il n'a de commun que la défectuosité intellectuelle, ne sont atteints que physiologiquement. »

Bourneville dit : « L'idiotie consiste en un arrêt de développement congénital ou acquis des facultés intellectuelles, morales et affectives, accompagné ou non de troubles moteurs et de perversion des instincts. »

On peut établir une classification des cas d'idiotie d'après leur gravité, et distinguer ainsi : les idiots complets, les imbéciles, les arriérés, les instables.

Au point de vue anatomo-pathologique, on pourrait caractériser une dizaine environ de variétés d'idiotie; nous nous contenterons de rappeler ici les plus connues : l'idiotie hydrocéphalique, l'idiotie myxœdémateuse, l'idiotie microcéphalique, l'idiotie méningitique.

Il est superflu de définir l'idiotie hydrocéphalique; chacun a vu de ces malheureux enfants au crâne énorme, dont on entend dire : il a de l'eau dans la tête. A l'autopsie, on constate chez les hydrocéphales une dilatation des ventricules latéraux; les circonvolutions sont peu accusées; le cerveau a un aspect spongieux.

L'idiotie myxœdémateuse est aussi très nettement caractérisée : le malade est de très petite taille, souvent un véritable nain; ses cheveux sont crépus, son nez camard; les paupières, les joues, les lèvres, les mains, les pieds, sont bouffis; le ventre présente un volume exagéré; la démarche est lourde, pénible et lente, souvent balancée; les organes sexuels subissent un arrêt de développement; la puberté ne se produit pas; la fontanelle antérieure ne s'ossifie pas; enfin on constate toujours à l'autopsie l'absence du corps thyroïde.

Les caractères de l'idiotie microcéphalique sont : la petitesse du crâne; la proéminence de la mâchoire, l'obliquité du front; les microcéphales, par la forme de leur tête, se rapprochent du singe, dont ils ont d'ailleurs

souvent les allures. Au point de vue pathologique, il n'y a pas de caractère bien nettement tranché; tantôt, en effet, il y a simplement arrêt de développement cérébral, tantôt on constate des lésions plus ou moins accentuées.

Entrer dans des détails circonstanciés sur les autres variétés d'idiotie, serait fastidieux et donnerait à notre étude une allure plutôt médicale, alors qu'elle doit être surtout pédagogique.

De l'épilepsie et de l'hystérie, nous n'avons rien à dire qui ne soit connu de tous. Il serait à peine utile, après les travaux de Charcot et de ses disciples, de protester une fois de plus contre le préjugé populaire qui ne veut voir dans les hystériques que des impulsifs génitaux.

Il est intéressant, par contre, d'indiquer les causes les plus communes de l'idiotie. Ces causes peuvent être accidentelles ou congénitales, personnelles ou héréditaires. Les principales sont : l'alcoolisme, les maladies vénériennes, le surmenage physique et intellectuel, les privations, en un mot, tout ce qui peut amener un affaiblissement, une déchéance des parents ; les émotions vives, les chutes ou les coups pendant la gestation; les complications lors de l'accouchement; la méningite, les traumatismes céphaliques, la masturbation avant ou après la puberté; les crises nerveuses fréquentes, etc., etc.

II

CURABILITÉ DE L'IDIOTIE — HISTORIQUE — ÉDUCATION PSYCHO-PHYSIOLOGIQUE

On considère souvent, aujourd'hui encore, l'idiotie comme incurable.

Cependant, on peut, par des soins spéciaux, rendre l'idiot à la vie sociale normale, sinon le doter d'une haute intelligence.

Le traitement de l'idiotie peut être étudié : au point de vue préventif, au point de vue chirurgical, au point de vue médical, au point de vue pédagogique.

Les précautions à prendre pour empêcher autant que possible les cas d'idiotie de se multiplier sont, les unes d'ordre individuel, les autres d'ordre social. Il suffit pour les préciser, de se reporter à l'énumération des causes de la maladie : pour les individus, éviter les excès de toute nature; pour la société, épargner à ses membres, même indignes, les privations; organiser la protection et l'assistance des femmes enceintes et particulièrement des filles-mères; l'assistance aussi des enfants en bas âge; rendre plus sérieuse et plus efficace la protection des enfants placés en nourrice; donner des pouvoirs plus étendus aux commissions d'hygiène, principalement en ce qui concerne les habitations ouvrières et les usines, trop

souvent insalubres; dans la famille, surveiller avec soin les petits, leur éviter les chutes, ne jamais les frapper à la tête, fût-ce par jeu; observer minutieusement le développement de leurs facultés, et surtout les préserver de cette terrible manie : l'onanisme conscient ou inconscient, etc., etc.

Au point de vue chirurgical, ce n'est que pour mémoire que nous citerons la craniotomie et l'ablation des végétations adénoïdes.

Comme soins médicaux, on peut indiquer :

1° L'hydrothérapie : bains simples ou médicamenteux; douches complètes ou locales;

2° L'emploi des préparations antiscrofuleuses : sirop antiscorbutique, sirop d'iodure de fer, huile de foie de morue, etc.;

3° La surveillance du régime alimentaire : ce régime doit être varié suivant les cas; il est évident que la même alimentation ne saurait convenir aux idiots inertes, aux débiles et aux idiots nerveux; pour les premiers, des stimulants prudemment dosés peuvent être salutaires alors qu'ils seraient nuisibles au premier chef pour les derniers; pour les débiles, la suralimentation, combinée avec des exercices physiques gradués peut être indiquée, sous réserve de fatigue de l'appareil digestif; pour les nerveux enfin, un régime presque exclusivement végétal et lacté nous paraît le plus salutaire;

4° L'emploi des bromures (pour les idiots nerveux); cependant il convient de formuler quelques réserves et de ne pas, sous prétexte de diminuer la fréquence ou la violence des crises, en arriver à accentuer l'apathie des fonctions cérébrales; il y a là une question de juste milieu à garder;

5° Dans certains cas, le massage et l'électrisation;

6° Pour les myxœdémateux, l'ingestion de glande thyroïde de mouton ou de thyroïdine; ce traitement doit être suivi avec une extrême prudence et interrompu à la première manifestation fébrile trop accentuée.

Avant de parler du traitement pédagogique, il convient de rappeler ce qui a été tenté dans cet ordre d'idées et quels furent nos précurseurs.

Vers 1801, le docteur Itard, le premier, entreprit l'éducation psycho-physiologique d'un idiot : le fameux Sauvage de l'Aveyron; les résultats furent peu concluants; mais ce n'en est pas moins à Itard que revient l'honneur d'avoir tracé la route et d'avoir laissé quelques précieuses indications à ses successeurs. Il n'a fait que soulever le voile, mais ne fût-ce que pour l'avoir tenté, il mérite de voir son nom cité et honoré. Belhomme, plus tard, s'occupe de la question au point de vue plutôt théorique. A Ferrus revient le mérite d'avoir créé, à Bicêtre, un embryon d'école pour anormaux ; Falret faisait de même à la Salpêtrière. Voisin mérite une mention élogieuse pour son ouvrage sur l'éducation des idiots.

Mais le véritable fondateur de notre enseignement spécial, c'est Édouard

Séguin, dont le nom mérite d'être inscrit au livre d'or de l'Humanité, à côté de ceux de Jacob-Rodrigue Péreire, de Charles-Michel de l'Épée, de Valentin Haüy et de Louis Braille.

Ce grand Français est presque un inconnu en France ; on nous permettra de payer ici un juste tribut d'admiration et de reconnaissance, en disant ce que fut sa vie.

Édouard Séguin, né à Clamecy (Nièvre), le 20 janvier 1812, élève du collège d'Auxerre, puis du Lycée Saint-Louis, prend sa première inscription de médecine à la Faculté de Paris, en 1843. Ses relations avec Esquirol, l'éminent psychologue et aliéniste, et les leçons du docteur Itard déterminèrent la vocation qui devait absorber son existence entière. Il conçoit le plan d'une méthode d'éducation des anormaux.

Appuyé par l'influence et le nom d'Esquirol, Séguin est autorisé à tenter l'essai de sa méthode sur les idiots de l'Hospice des Incurables, puis, du 27 novembre 1842 au 21 décembre 1843, sur ceux de l'Hospice de Bicêtre. Il obtient de bons résultats, mais pas de traitement ; il faut vivre, cependant ; Séguin fait du journalisme, s'occupe de critique d'art, d'économie politique, etc. Lié avec Ledru-Rollin, Louis Blanc, Victor Hugo, Flourens, républicain convaincu, il s'expatrie en 1850.

En 1846 avait paru son grand ouvrage : *Traitement moral, hygiène et éducation des idiots et autres enfants arriérés ou retardés dans leur développement*, qui fut couronné par l'Académie et devrait être entre les mains de tous les éducateurs, concurremment avec son « Rapport » et ses « Mémoires » sur l'éducation des enfants normaux et anormaux, publiés par le docteur Bourneville.

Établi en Amérique, aux États-Unis, il y vulgarise ses procédés, fait adopter sa méthode, et, soit par lui-même, soit par ses ouvrages, crée ou contribue à créer plusieurs établissements d'assistance et d'éducation pour anormaux.

Il meurt après une vie de lutte, de souffrance parfois, et de perpétuel labeur, le 28 octobre 1880, à New-York. Ses compatriotes d'adoption, eux, du moins, l'estimèrent à sa valeur, et il s'éteignit, entouré d'estime et d'admiration.

En France, hélas ! nul n'est prophète s'il est Français et surtout s'il est pauvre : c'est une douloureuse et banale vérité. Séguin en fit l'épreuve à ses dépens. De nos jours encore, l'œuvre de ce grand homme et son nom même seraient ignorés chez nous, sans l'ardente et généreuse campagne de vulgarisation que poursuit le plus enthousiaste de ses disciples, le docteur Bourneville.

Médecin de Bicêtre depuis de longues années, Bourneville y a organisé et créé de toutes pièces son service d'enfants anormaux ; à force de patience et de ténacité, il a réussi à arracher, sou par sou, aux pouvoirs

publics les sommes indispensables à la fondation de son œuvre, qui restera comme un modèle du genre. Il a repris, perfectionné et mis en pratique la méthode de Séguin ; il a trouvé, pour caractériser les soins à donner aux idiots, l'expression de « traitement médico-pédagogique ».

Nous n'en dirons pas davantage sur Bourneville ; il n'appartient pas aux disciples de juger le maître. Nous nous contentons de marcher sur ses traces, avec plus de difficultés peut-être, car ce qu'il a fait pour les anormaux de la Ville Lumière, aux frais des pouvoirs publics, nous avons entrepris de le réaliser en province, avec nos seules ressources, nous berçant de l'espoir que l'Administration, déjà stimulée par certaines assemblées départementales, nous apportera un appui précieux et secondera nos efforts.

Mais revenons à l'éducation psycho-physiologique des anormaux.

Quel but doit-elle se proposer ? quels moyens peuvent-être employés pour arriver à ce but ?

Notre maître, Séguin, écrit :

« L'éducation ne sera pas pour nous une impasse, ce sera le commencement de quelque chose, et ce quelque chose à quoi nous tendons, c'est à donner à l'enfant, que nous prenons anormal, inhabile, inintelligent, idiot, des habitudes normales, des aptitudes au travail, soit manuel, soit intellectuel ; *c'est donner à l'idiot la plus grande ressemblance possible avec l'enfant heureusement doué et fructueusement élevé.*

. . . . . .

» *Arriver à rendre les idiots capables de devenir des hommes utiles, fût-ce dans les positions les plus humbles, dans les emplois les plus modestes et les plus simples, leur donner la capacité de faire un travail dont le produit compense leur consommation, tel est le but final de leur éducation.* »

Voilà le but.

Quels sont les moyens ? — Il serait difficile, dans le cadre restreint dont nous disposons, de les étudier en détail. Pour nous résumer, prenons un exemple :

Voici un enfant gâteux, ne sachant ni marcher ni se servir de ses mains; ne percevant pas ou plutôt ne fixant pas son attention et par suite ne laissant pas dépasser aux indications fournies par ses sens l'isthme de l'encéphale ; oubliant, ne coordonnant pas, ne classant pas les perceptions ; n'observant pas, mieux : ne regardant pas ; ne parlant pas ; en un mot, un idiot complet. Que tenterons-nous, que ferons-nous, pour le transformer en un être agissant, percevant, observant, pensant, parlant ?

Différentes séries de pratiques, d'exercices, vont être mises en œuvre, suivant les cas, concurremment ou successivement.

Notre sujet est gâteux : pour le rendre propre, nous le placerons sur le vase, ou de préférence sur une chaise percée, à des heures régulières : le matin au lever, après les repas, avant le coucher, au milieu de la nuit.

Les fonctions se régulariseront d'elles-mêmes, au bout d'un temps plus ou moins long.

Il ne marche pas. Nous le placerons dans un chariot semblable à celui dont on se sert dans quelques pays pour les tout petits. Nous emploierons le massage, suivi d'une gymnastique spéciale ; et le sujet fait quelques pas, d'abord soutenu, puis seul ; il gravit les degrés d'un escabeau et apprend à sauter ; bientôt il s'échappera de nos mains pour courir comme un jeune lapin ; bientôt... mais il a fallu des mois de persévérante patience pour en arriver à ce résultat.

La main. — Notre idiot est au-dessous du singe, car il n'oppose pas le pouce, il ne sait pas saisir un objet ; sa main flasque et molle, tantôt carrée et trapue, tantôt effilée et diaphane, n'est qu'un morceau de chair inerte pendant au bout de son bras. — Le massage et la gymnastique nous viennent encore en aide : exercices aux échelles de corde parallèles ; — préhension d'objets divers (bâtonnets, planchettes, boules, etc.) ; l'objet étant placé dans la main de l'enfant, on referme ses doigts dessus et on les y maintient un instant ; exercices aux divers appareils de suspension.

Éducation des sens. — La vue, et par suite, l'attention, sont fixées par des couleurs vives, des projections lumineuses, etc. — Le toucher, par la reconnaissance, les yeux bandés, d'objets préalablement palpés, et de formes très différentes d'abord, puis de plus en plus semblables. — L'ouïe, au moyen de bruits divers, d'intensité décroissante, pour en arriver à l'enseignement du chant, au moyen d'un orgue harmonium, etc.

Au cours de tous ces exercices, auxquels viennent s'ajouter le laçage d'un soulier, l'enfilage d'aiguilles au chas de plus en plus étroit, de perles de grosseur décroissante, le boutonnage, etc., l'attention de l'enfant s'est éveillée, il perçoit, il sent, il va éprouver le besoin de parler ; peut-être faudra-t-il l'y aider.

En ce cas, nous procéderons à des exercices de respiration, destinés, non seulement à fortifier et à développer les organes, mais surtout à les discipliner ; l'enfant ne sait pas souffler : au début, il n'éteindra pas une bougie à 10 centimètres, peu à peu, il parviendra à la souffler à 60 ou 80 centimètres ; il ne sait pas respirer par le nez, il s'y habituera.

Sa langue n'est pas souple, ses lèvres se ferment avec difficulté ; encore une gymnastique spéciale, et les organes rétifs s'assouplissent.

Enfin émission des sons ; les plus simples d'abord : les voyelles *a*, *o*, *é*, *i* ; on en forme des syllabes à l'aide des consonnes fortes *p*, *t*, *k*, *f*, *s*, *ch* ; — syllabes simples et directes : *pa*, *to*, puis redoublées : *papa*, *toto*, puis inverses : *ap*, *ot*, etc. ; à l'aide de ces premières syllabes, on fait prononcer de petits mots, composés d'elles, désignant des objets usuels, placés sous les yeux de l'enfant ou nommant des personnes ou des choses qui l'intéressent, qu'il aime. — Nous voilà le pied à l'étrier ; nous abordons l'étude

des vingt autres sons simples que comporte notre langue ; l'étude des symphones *tr*, *pl*, *bl*, *str*, *gr*, etc., nous donnera souvent de la tablature ; enfin et surtout les malformations de la mâchoire nous vaudront bien des insuccès. A tous les obstacles, nous opposerons notre arme favorite : la patience persévérante, ayant pour ressort l'affection pour l'élève et la foi inébranlable en le résultat.

Et voilà ! notre enfant parle, notre idiot est devenu propre, il marche, il sait se servir de ses mains, il est presque normal ; il va apprendre à lire et s'instruire suivant une méthode un peu différente de celle des écoles ordinaires, mais plus logique peut-être ; ses facultés vont se développer encore : demain, il entrera à l'atelier, où il recevra les premiers principes du métier qui lui permettra de gagner sa vie :

« *De faire un travail dont le produit compense sa consommation.* »

Le but est atteint. Pour en arriver là, il a fallu bien des efforts, de la patience, du tact, de l'à-propos, beaucoup de temps surtout. Mais d'un paquet inerte de chair et d'os, on a fait un homme : la récompense est là.

III

SITUATION DES ANORMAUX EN FRANCE

Nous avons rappelé plus haut ce qui est fait en France pour certaines catégories d'anormaux.

Pour les idiots, que fait-on ?

Sauf l'œuvre de Bourneville dans le département de la Seine, rien n'existe.

L'Administration se borne à interner les idiots dans les Asiles départementaux d'aliénés ; pour prendre cette mesure, elle attend en général que les malades aient commis un acte délictueux ou criminel. Les malades inoffensifs ou soi-disant tels sont abandonnés à eux-mêmes.

Si on les laisse vagabonder, ils sont la risée des autres enfants et leurs souffre-douleurs, à moins qu'ils ne servent d'instruments à des malfaiteurs ; si ce sont des filles, elles sont à peu près fatalement condamnées à servir de jouet à des individus peu scrupuleux qui abusent d'elles ; les anomalies mentales se rencontrent fréquemment parmi les prostituées des villes ; dans les campagnes, nous avons vu souvent de malheureuses inconscientes se livrer au premier venu, devenir grosses et donner le jour à de petits malheureux, dégénérés eux-mêmes, qu'elles abandonnent ou tuent faute de pouvoir les nourrir.

Si les parents d'un enfant anormal, désireux de le préserver des dangers du dehors, l'enferment chez eux, l'enfant s'étiole, tombe en déchéance ; un

beau jour, un voisin avise la justice ; et c'est ainsi que surviennent beaucoup de ces affaires de séquestration qui émeuvent si profondément l'opinion publique.

Parvenus à l'âge adulte, les anormaux inéduqués sont incapables de gagner leur vie en travaillant ; il leur faut manger cependant ; et qu'ils restent à la charge de leurs familles, qu'ils mendient de porte en porte ou qu'ils soient hospitalisés, ils sont des parasites sociaux.

N'oublions pas d'ajouter que, soumis à des impulsions perverses, ils sont susceptibles de commettre tous les crimes : vol, incendie, viol, assassinat. Vacher, le tueur de bergers, n'était peut-être pas un aliéné, c'était à coup sûr un anormal.

En résumé : *les anormaux sont pour la société une charge et un danger ; de plus, ces malheureux souffrent.*

IV

ASSISTANCE DES ANORMAUX

Nous avons vu comment il est possible, par une éducation rationnelle, d'améliorer l'état des anormaux et de les rendre à la vie sociale.

A l'étranger, on l'a compris : aux États-Unis, en Angleterre, en Belgique, en Suisse, en Suède, en Norvège, en Danemark, en Allemagne, il existe des maisons d'éducation pour idiots. En France, patrie de Séguin, rien ou presque rien. — Et c'est ce qui nous a décidés à exposer la question et à faire appel aux sentiments d'humanité comme à la fierté patriotique de ceux qui nous liront : une telle situation est une honte pour un pays civilisé.

Et cependant les Congrès nationaux d'assistance de Lyon en 1894 et de Paris en 1900, le 20e Congrès de la Ligue française de l'Enseignement (Paris 1900), le Congrès de la Ligue pour la Défense des Droits de l'Homme et du Citoyen en 1901 ont adopté des vœux en faveur de l'assistance et de l'éducation des anormaux.

Assistance et éducation ; il convient d'insister sur ces deux termes. En effet, les familles riches, affligées d'enfants idiots, ne demanderont qu'à faire des dépenses, des sacrifices s'il le faut, pour sauver l'espoir de leur race. Mais lorsque le fils ou la fille d'un malheureux, d'un pauvre diable, viendra frapper à la porte des bureaux de la Préfecture, on lui répondra : « Assistance, soit ; entrez à l'asile d'aliénés ; éducation, non ; cela coûte trop cher ! »

Trop cher ! voilà le mot qu'on nous oppose à chaque instant, et auquel nous ne pouvons nous accoutumer !

A l'asile d'aliénés, les anormaux sont protégés contre les dangers de la

rue, soit ; mais, par contre, mélangés le plus souvent aux aliénés adultes, ils sont exposés à tous les inconvénients, à tous les périls d'une promiscuité parfois révoltante ; faute de recevoir les soins pédagogiques utiles, ils voien leur état s'aggraver de jour en jour.

Demeurer à l'asile, c'est, pour eux, déchoir, déchoir encore, et s'éteindre enfin après une existence qui n'a été qu'une lente et trop souvent douloureuse agonie.

Placer un idiot dans un asile d'aliénés, au lieu de le mettre dans un établissement d'éducation spéciale, sous prétexte de moindre dépense, revient à enfermer un malade dans un hôpital où on le laisserait mourir sans secours, faute des médicaments qui le sauveraient, et parce que ces médicaments sont trop coûteux.

Il faut être net, cependant ; la bienfaisance ainsi comprise ne serait qu'une monstrueuse cruauté, une abominable hypocrisie. Pour prolonger l'existence de malheureux idiots, c'est-à-dire pour les mettre à même de souffrir plus longtemps, on consent à une dépense minime, alors que pour les sauver tout à fait il suffirait d'un petit effort, d'un petit sacrifice pécuniaire supplémentaire. Cet effort, ce sacrifice, nul homme de cœur ne voudrait prendre la responsabilité de le refuser.

Nous le croyons sincèrement, et c'est pourquoi, nous adressant à l'Assistance publique et à la bienfaisance privée, nous disons : Ouvrez tout grands vos cœurs et vos bourses. Que Paris ne soit pas plus longtemps seul à secourir les anormaux et que la Province entre résolument dans la voie qui lui est tracée par la Capitale. Le Conseil général du Rhône vient, sur nos instances, de donner le bon exemple, en accordant une subvention à l'asile école que nous avons fondé à Meyzieux, près de Lyon. Nous espérons que d'autres assemblées départementales suivront le mouvement, et que bientôt notre France, grâce à la fondation d'un nombre suffisant d'asiles-écoles interdépartementaux, pourra occuper, dans l'ordre de choses qui nous occupe, le rang qui revient à la patrie d'Édouard Séguin : le premier rang.

M. le Dr H. PEYRÉ

Président de l'Union française de la Jeunesse, à Paris.

Au nom du Comité de l'Union française de la Jeunesse.

PROJET D'UNION DES SOCIÉTÉS LAIQUES D'ENSEIGNEMENT POPULAIRE

[379.19]

— Séance du 11 septembre —

L'Union française de la Jeunesse, désireuse de hâter la réalisation d'un vœu émis au Congrès de 1900, propose au Congrès d'Ajaccio la création d'une Union des Sociétés laïques d'enseignement populaire et d'éducation sociale : sociétés d'instruction, associations amicales d'instituteurs, associations générales d'étudiants, associations d'anciens élèves, etc.

Organisation. — Cette union — dont le siège serait à Paris, à l'Hôtel des Sociétés savantes ou dans tout autre local concédé à titre gracieux — se composerait de délégués choisis dans le sein de chacune des Sociétés adhérentes et dont le nombre serait proportionnel à celui des membres *professeurs* des dites Sociétés. On adopterait, par exemple, la proportion suivante :

1 délégué pour 150 professeurs ou fraction de 150, le nombre des délégués de chaque Société ne devant, en aucun cas, être supérieur à 5.

Les Associations d'anciens élèves des Sociétés constituant l'Union pourraient être autorisées à nommer un délégué, au cas où la Société dont elles sont issues en compterait au moins 2.

Fonctionnement. — Cette « Union » tiendrait trois ou quatre séances par an : d'abord, après l'ouverture des cours (en octobre ou novembre) ; ensuite, à des dates fixées de façon à permettre aux délégués de province de se rendre aisément aux réunions, comme aux environs du 1er janvier, de Pâques, du 14 juillet.

But. — « L'Union » aurait pour but, tout en sauvegardant l'autonomie des Sociétés adhérentes :

1° De centraliser les vœux de ces Sociétés ;

2° D'étudier et de soutenir auprès des pouvoirs publics les intérêts généraux de celles-ci ;

3° De faciliter les relations entre les diverses Sociétés françaises ; de fournir à chacune d'elles, au besoin, des conférenciers ou des professeurs ;

4° De créer des centres de vues (pour les projections) dans les principales villes de France ;

5° De désigner des représentants au Conseil supérieur de l'Université et au Comité International des Sociétés d'enseignement populaire, si, sur ce dernier point, le vœu du Congrès de 1900 est réalisé ;

6° D'établir des relations avec les groupements similaires de l'étranger, en créant un Bureau international de renseignements ou même un Comité international des Sociétés d'enseignement populaire, suivant le vœu précité ;

7° D'organiser périodiquement une assemblée générale des délégués des Sociétés adhérentes ;

8° De prendre l'initiative de congrès nationaux ou internationaux ;

9° De publier un bulletin périodique et un annuaire.

Provisoirement, le Congrès d'Ajaccio nommerait une commission dont le bureau de l'Union française de la Jeunesse demande à faire partie.

Cette commission se réunirait au mois de novembre 1901 dans le local d'une association parisienne, afin de rédiger des statuts qui seraient envoyés aussitôt, avec une feuille d'adhésion, aux diverses Sociétés laïques d'enseignement populaire de France.

Les délégués des Sociétés adhérentes seraient ensuite convoqués en vue de la discussion et du vote définitif des statuts.

Les premiers frais seraient couverts, soit par une cotisation de 20 francs payée par les Sociétés ayant donné, les premières, leur assentiment au présent projet, soit par le reliquat des fonds du Congrès de 1900, au cas où il existerait un reliquat.

M. H. de MONTRICHER

à Marseille.

L'ENSEIGNEMENT DE L'HYGIÈNE DANS LES COURS D'ADULTES ET LES ÉCOLES PRIMAIRES [614.07:372]

— Séance du 13 septembre. —

Les découvertes de Pasteur et de ses collaborateurs en physique, en chimie, en physiologie et en biologie ont donné lieu à la création d'une science nouvelle, l'Hygiène.

Anciennement connue sous l'aspect d'un art simplement empirique, l'Hygiène moderne doit désormais trouver sa place dans l'enseignement public, au même titre que les autres sciences.

La science de l'Hygiène fixe l'interdépendance des faits relatifs à la santé publique, et sa coopération aux mesures d'administration publique destinée à la conservation de celle-ci, offre un intérêt social de premier ordre.

L'enseignement de l'Hygiène doit être d'ordre social et technique.

Au point de vue social, l'Hygiène étudie les « rapports de l'homme avec le monde extérieur; elle a pour but d'assurer le complet et régulier développement de l'homme et de l'espèce » (Langlois).

Au point de vue technique et administratif, l'Hygiène publique a pour objet « les dispositions prises ou à prendre pour éviter l'éclosion et la propagation des maladies transmissibles » (Henri Monod), et au préalable pour « assurer à chacun, en suffisance, à l'état de pureté et à l'abri de toute cause d'altération ou de contamination, les agents nécessaires au fonctionnement de la vie » (Montricher).

L'Hygiène sociale a pour base les enseignements de la démographie et de la morale solidariste.

Aux doctrines malthusiennes et darwinistes, à l'évolution progressive par la seule sélection naturelle, ou, en d'autres termes par survivance et amélioration du fort aux dépens du faible, l'Hygiène moderne oppose le concours des actions individuelles dans l'action solidaire, comme loi synthétique de l'évolution biologique universelle.

Elle est évolutive, non par l'élimination du faible, mais par la suppression méthodique et rationnelle des causes de faiblesse et de dégénérescence

vitale et par le développement simultané, solidaire et coordonné des organes du corps social.

Elle établit enfin que la valeur économique de la vie humaine est la contre-partie de la dette de l'individu envers la collectivité et que, réciproquement, celle-ci doit à chacun les moyens de conserver sa vie et de développer ses facultés.

L'Hygiène technique doit avoir pour programme l'étude des facteurs essentiels du fonctionnement vital et de leurs causes d'altération, corrélatives aux phénomènes de concurrence entre la cellule humaine et les organismes extérieurs.

Le programme de l'enseignement général de l'Hygiène comprend, en résumé, les matières ci-après, pour lesquelles on peut adopter diverses classifications, suivant l'auditoire auquel cet enseignement est destiné :

Intégrité garantie des substances alimentaires.

Suppression des émanations délétères de source naturelle ou artificielle. Réglementation des industries insalubres.

Fourniture publique d'eau pure sans risque de contamination.

Éloignement, destruction ou transformation des immondices et matières usées.

Salubrité de l'habitation : logement, ateliers, écoles, casernements, hôpitaux.

Organisation des maisons et cités ouvrières.

Orientation et insolation des façades. Rpéartition et libre accès de l'air et de la lumière. Chauffage et ventilation.

Réglementation du travail de l'homme, de la femme et de l'enfant.

Prophylaxie générale des maladies contagieuses et épidémiques.

Éducation physique. Soins personnels. Propreté corporelle.

Lutte contre l'alcoolisme.

Contribution à la suppression du rachitisme, de la scrofule, de l'anémie, des dégénérescences et de leurs conséquences : phtisie, tuberculose, maladies héréditaires.

Prolongation de la vie moyenne et de la durée de la validité.

Éducation intellectuelle et morale.

Épanouissement de la vitalité. Accroissement de l'aptitude au travail manuel et intellectuel. Développement de la dignité personnelle et du sentiment de l'indépendance individuelle. Progression de l'esprit. Floraison plus entière, plus universelle et plus féconde de la pensée et de l'énergie psychique.

Ce programme reçoit dès aujourd'hui des applications partielles.

La loi du 21 septembre 1880 sur l'enseignement secondaire des jeunes filles prévoit l'enseignement de l'Hygiène dans les écoles primaires supérieures.

La loi de 1882 sur l'enseignement primaire obligatoire comporte « des notions sur les éléments des sciences physiques et naturelles dans leur application à l'Hygiène. »

L'arrêté du 18 janvier 1887, complété par les arrêtés des 18 août 1890, 4 janvier 1894, 9 mars 1897 et 20 septembre 1898, comporte un développement assez étendu des éléments d'Hygiène dans le programme de l'enseignement primaire élémentaire et supérieur, et des écoles normales d'instituteurs et d'institutrices.

Néanmoins la science nouvelle à laquelle la vitalité du pays est si justement intéressée n'a pas dans l'enseignement public à tous les degrés la place qu'elle doit tenir.

Il appartient à l'initiative privée de combler ces lacunes en faisant à l'Hygiène rationnelle et intégrale une place prépondérante dans l'enseignement post-scolaire, l'éducation sociale et les diverses branches de l'extension universitaire.

M. le Dr FOVEAU DE COURMELLES

Vice-Président de la Société Française d'Hygiène et de l'Association des Membres de l'Enseignement, à Paris.

LEÇONS DE CHOSES ET MATÉRIEL SCOLAIRE AU POINT DE VUE DE L'HYGIÈNE

[614.07]

— Séance du 10 septembre —

On parle beaucoup d'hygiène infantile, voire d'hygiène scolaire, mais on fait exactement et absolument l'inverse de ce qu'il faut pour que les élèves, enfants ou adolescents, puissent croître normalement, physiquement, esthétiquement, ce qui a cependant bien quelque rapport avec le développement intellectuel. Ainsi la surcharge des programmes universitaires mène au surmenage cérébral ; celui-ci — pour inévitable qu'on le puisse considérer (?) vu l'état actuel et croissant sans cesse de nos connaissances — est-il encore mal conduit de longues années : le corps courbé sur la table de travail d'une façon incessante et prolongée ; ne pourrait-il, ce corps, cette colonne vertébrale sans cesse incurvée et ces poumons constamment comprimés ; ne pourraient-ils, nous le répétons, même rivés à la table d'études, y être dans des conditions d'hygiène convenable ; il convient donc plus que jamais de se préoccuper de la position corporelle

de l'enfant devant son bureau, devant son matériel de travail, pupitre pour apprendre ses leçons, planche à dessiner... Son corps, actuellement ne peut qu'y prendre des positions disgracieuses et pénibles qui affecteront et retarderont sa croissance ! Croit-on qu'il soit indifférent — et il le faut répéter, puisque cette vérité élémentaire et banale, clamée par tous les hygiénistes, constatée par tous les inspecteurs de l'enseignement, est sans cesse méconnue ; — croit-on, disons-nous, qu'il importe peu que la colonne vertébrale, par exemple, soit sans cesse incurvée, à peine redressée quelques heures au lit, en un repos souvent incomplet, hanté par l'obsession d'examens en perspective ? On m'objectera bien qu'on a organisé la gymnastique, les lendits, les exercices militaires..., mais ne sait-on pas que seuls, ceux qui y excellent, y participent et que ce sont généralement ceux que les professeurs appellent les « mauvais élèves », c'est-à-dire ceux qui n'ont que peu d'aptitudes pour les études, pour les examens, et qui, plus solides, donneront peut-être plus tard, dans la vie, davantage et de meilleure besogne que les autres (Dr Foveau de Courmelles : *L'Esprit scientifique contemporain*, Paris 1899).

Singulière époque où le *mens sana in corpore sano*, sans cesse clamé, est non moins sans cesse oublié dans la pratique, et surtout pour ces bons élèves, les laborieux qui ne pensent qu'à apprendre et sont sans cesse courbés, défectueusement, oh ! combien devant leur travail.

Ce travail non plus n'est pas préparé, diminué comme il pourrait et devrait l'être.

Les *leçons de choses*, dont parlait récemment en ses *Annales de Médecine et de Chirurgie infantiles* notre excellent confrère, le docteur E. Périer, et qui ont été accueillies au lendemain de la guerre de 1870-71 comme l'une des plus fécondes et plus salutaires réformes de l'enseignement à tous les degrés ; — les *leçons de choses*, disons-nous et disions-nous en l'*Esprit scientifique contemporain*, sont négligées, oh ! combien. Et quel meilleur exercice physique et intellectuel, quel labeur cérébral plus profitable peut-on rêver, que la vue et le contact avec les objets à étudier ; les promenades en les usines, en les forêts ou les champs ; la démonstration au grand air ou dans les milieux appropriés, des êtres et des choses ! Et comme le corps non courbé, redressé en sa position naturelle, rendrait d'autant perméable le cerveau, moins congestionné, aux phénomènes de l'entendement ! Je sais bien, pour en avoir tenté la visite, que maintes usines françaises, nationales ou particulières, sont fermées aux visiteurs français, sous prétexte de secrets de fabrication que l'on pourrait saisir, mais en réalité et souvent, je crois, pour violation des règles de l'hygiène ! Mais je veux croire que ces usines sont l'exception, bien que parfois les chefs d'industrie y mettent une mauvaise foi évidente, et nous en connaissons à qui, gracieusement, l'on a signalé des réformes peu coûteuses à faire

pour l'hygiène de leurs ouvriers, enfants ou adultes, et qui préfèrent la Sainte Routine ! Ah ! si c'était eux qui fussent personnellement en cause ! Mais faisons abstraction de ces idées rétrogrades qui détonnent au xxe siècle et que l'hygiène fera forcément disparaître et dont l'examen par l'élève est aujourd'hui impossible ; il reste encore un champ assez vaste pour instruire l'enfant ou le jeune homme. La vue d'un arbre peut prêter à une leçon de choses très profitable par la description botanique et utilitaire du végétal. La contemplation d'un insecte peut révéler sa structure extérieure et ses mœurs. Déjà, avant 1870, des éducateurs en avance, mais habitant la ville et ne pouvant avoir la ressource des champs et des écoles de campagne, faisaient faire, sous l'appellation de *synthèse*, des devoirs où il fallait dire sur un mot, arbre ou insecte, par exemple, toutes les idées éveillées par ces mots, et il y avait une véritable émulation entre les élèves dont j'étais d'ailleurs, pour trouver le plus d'idées possible, et il fallait, bien entendu, que ce fût exact ; cela obligeait, en dehors de la classe, le jeudi après-midi, par exemple — on n'avait alors qu'un demi-jour de congé par semaine — à aller considérer et inventorier l'objet, c'était là prétexte au mouvement, à l'observation et à l'hygiène. Plus tard, dans l'enseignement, je n'ai jamais retrouvé ce genre de devoirs à la fois intellectuels et hygiéniques ; mais la médecine en a fait depuis un mode d'examen psychologique ! Pour la science appliquée, la plus utile, est-ce que les télégraphes, les téléphones, les usines à gaz..., ne révéleront pas en une fois, leur chimie et leur physique spéciale, souvent si difficiles et si longues, et si inutiles à comprendre dans les livres ! Et combien d'exemples identiques on pourrait donner ! Toutes ces vérités sont banales ; mais qui les applique ? Personne ! L'enfant continue donc un travail fastidieux, un gavage mnémonique, un entassement psitaccique en ses cellules cérébrales spéciales, ayant son corps courbé et ses organes abdominaux comprimés, congestionnés de longues heures, des journées entières, d'éternelles années..., pour conquérir des positions dites libérales et aujourd'hui combien dépendantes ! Tout le monde le déplore, mais cela continue et s'aggrave. Les moindres places se donnent au concours, mais à un concours généralement théorique de favoritisme déguisé souvent, menant l'individu anémié, fourbu à 20, 25, 30, 35, voire 40 ans, et n'ayant exigé presque toujours qu'un simple et long travail livresque, inutile dans la pratique, meurtrier pour le corps, nuisible même pour l'esprit puisqu'il annihile les facultés d'observation et d'initiative, qu'il empêche le corps de s'ébattre et d'agir physiquement au mieux de son développement. Et il y a un tel courant pour les études théoriques qui n'ont cependant jamais fait ni d'hommes ni de génies, que même les écoles manuelles, les écoles d'arts et métiers, deviennent théoriciennes. Réagissons au nom de la science et au nom de l'hygiène. Que les études se fassent le plus possible

près des objets à étudier, en plein air ou dans le milieu *ad hoc!* Qui ne sait que la vue des objets remplace facilement, pour la rapide compréhension, de longues descriptions. Cette vue elle-même exigerait le déplacement de l'élève, le mouvement, le sortirait de son incurvation à table. A la campagne, où les élèves sont peu nombreux, quoi de plus facile, quand le temps le permet, de faire travailler l'enfant en dehors des quatre murs de l'école, de le faire lire, dessiner en plein air ! Depuis la guerre de 1870, on nous répète que l'instituteur allemand a vaincu la France, et on a beaucoup amélioré le sort de l'instituteur français, mais que ne pense-t-on aussi aux élèves ?

Nous connaissons déjà des institutions libres, absolument laïques et soumises aux fréquentes inspections universitaires, qui pratiquent l'enseignement en plein air, et près des objets à étudier, quand cela est possible. Pour progresser, ne faut-il pas la concurrence, et la monopolisation de l'instruction par l'État avec des programmes arrêtés, antihygiéniques au premier chef, est certes ce qu'il y a de plus néfaste au point de vue des cerveaux d'abord, de futurs et assurés candidats à la neurasthénie, des corps ensuite, prédisposés aux scolioses, aux tuberculoses diverses... Prendre un monopole, ne devrait-ce pas être l'assurance de faire pour le mieux ? Et malgré les intelligences d'élite, à la tête de l'enseignement en France, voyons-nous réalisées ces banales réformes des leçons de choses et de l'enseignement en plein air quand il est possible ? Verrons-nous rétablir ces causeries péripatéticiennes de maître à élèves des Grecs, sous les portiques, c'est-à-dire debout, marchant, faisant de l'hygiène — je ne dirai pas, sans le savoir, comme M. Jourdain faisait de la prose, et s'instruisant quand même, beaucoup mieux qu'aujourd'hui. Je ne veux, en une section d'hygiène de l'Association que retenir le côté hygiénique, et celui-ci réclame le développement normal du cerveau et du corps. L'intelligence se développerait sans fatigue en un corps sain, mené hygiéniquement comme le font les Anglais, comme va le faire ce collège de Normandie dont on a tant parlé ces jours derniers. Mais ces progrès ne s'adressent encore qu'aux riches et il appartient à l'État de faire tout ce que nous lui demandons, car c'est encore du peuple que sortent ses plus solides et plus vaillants défenseurs, car ne pouvant faire de longues études faute d'argent, c'est lui le moins déprimé, le plus prolifique ; c'est lui qui fournira ces ouvriers de génie, s'étant instruits eux-mêmes, qui s'appellent Franklin, Stephenson, Ruhmkorff, Gramme, Edison.

***

Autre réforme encore plus pressante, plus indiquée, c'est celle du matériel scolaire si défectueux comme nous le disions plus haut sans y insister. A

ce propos, que l'on nous permette quelques réflexions banales, évidentes, certes, comme quelques vérités déjà émises par nous, mais qu'il faut répéter, pour mieux les enfoncer, à la façon d'un clou, dans l'esprit de nos gouvernants, afin qu'elles y éclosent et prospèrent : Que dirait-on d'un maître qui, dans une école fréquentée par des enfants et des jeunes gens de 6 à 18 ans, voudrait imposer à tous ses élèves... des vêtements de même taille ou des chaussures de la même pointure ? On dirait vraisemblablement (!) qu'il manque de raison ! Pourquoi ne fait-on pas les mêmes réflexions à la vue du mobilier scolaire, si défectueux, si archaïque, si antihygiénique, de presque tous nos établissements scolaires.

Prenons une école rurale fréquentée par une moyenne de cinquante enfants de 6 à 13 ans, où l'on se conforme aux idées actuelles de l'enseignement et consistant à enseigner simultanément la lecture et l'écriture à l'enfant, dès les premiers jours de sa fréquentation à l'école, Les bancs-tables ont tous la même disposition, le même écartement, la même largeur, la même hauteur..., et il en est de même, nous le répétons, dans la plupart des lycées, collèges, etc... Les dimensions du mobilier scolaire ne sont point appropriées à la taille des élèves, aussi chaque enfant, instinctivement, fait-il des efforts pour s'accommoder aux dimensions de ce mobilier : il prend des attitudes vicieuses et les conserve tout le temps de la classe..., et cela chaque jour..., pendant des années, précisément dans la période où l'enfant se développe..., et dans laquelle se produiront facilement et pour persister, les altérations de la vue et les déformations nommées, avec juste raison, *déformations scolaires*. Depuis longtemps tous les pédagogues sérieux réclament avec insistance d'adapter le banc à l'enfant, et non l'enfant au banc ! Varier la position de l'enfant c'est répondre aux exigences naturelles de la croissance, au besoin de mouvement inné chez l'enfant bien portant. Cela peut se faire sans nuire à la discipline et évite les punitions inutiles — souvent injustes — infligées aux enfants, pour avoir bougé en classe, alors que la croissance exige le mouvement ! Serait-il logique d'empêcher un papillon de sortir de sa chrysalide, de l'étouffer en sa coque? Non, certes !

A l'école, la croissance de l'enfant est incompatible avec l'obligation de rester toujours assis... sans remuer, sous peine de punition !... piquet, retenue, privation de sortie qui, justement, au lieu d'atteindre le but cherché, augmentent encore le besoin de mouvement si naturel, si inévitable, si normal chez l'enfant, et dont, sans réflexion, on fait un crime au pauvre être, maintenant ainsi sa santé ou l'essayant tout au moins ! Est-ce que ce repos forcé, en de détestables positions, de longues heures, en un air confiné, n'est pas un merveilleux agent de préparation à la tuberculose?

Si les enfants pouvaient travailler... debout — et ils le pourraient facilement — ils se reposeraient des fatigues de la station assise prolongée. Plus

la fatigue physique des enfants sera évitée, plus leurs forces intellectuelles seront grandes.

Les résultats du concours ou d'examens seront subordonnés... au mobilier scolaire... puisque de lui dépend la fatigue ou le bien-être de l'écolier, voire du maître obligé de se moins courber si la table est à une hauteur assez grande, et qui, lui aussi, conservant ses forces physiques, conserve, par suite, sa clarté cérébrale et donne un enseignement plus clair et plus compréhensible.

Il existe déjà diverses tables scolaires hygiéniques, les tables Féret et Brudenne, notamment. M. Brudenne a offert gracieusement son brevet d'invention au Ministère de l'Instruction publique. A mon avis, sa table est supérieure à ce que l'on a fait jusqu'ici : elle a une hauteur uniforme qui permet une surveillance facile et évite la fatigue du maître qui corrige, et c'est l'élève qui est soulevé sur son banc à la hauteur voulue et variable avec sa taille. Mais on peut probablement copier et perfectionner encore cette table si l'État ne veut être tributaire de personne, quoiqu'il serait plus simple qu'il en acceptât le brevet. Qu'il remplace ensuite par extinction son ancien matériel, peu à peu, par remplacement, sans frais supplémentaires, et, à la fois, en procédant ainsi, le Budget national et l'hygiène des enfants seront d'accord. Ce serait là un progrès facile à accomplir, mais nous croyons que sa simplicité est le plus grand obstacle à sa réalisation.

M. le Dr Alf. JEAN

Ancien Chef de Clinique de la Faculté de Paris.

INTOXICATION SURAIGUË PAR L'ÉMAIL DES CASSEROLES [615.928]

— Séance du 11 septembre —

Permettez-moi d'appeler quelques instants votre attention sur un fait d'empoisonnement dont j'ai été récemment victime et qui aurait pu avoir pour moi les plus graves conséquences.

Observation. — Il y a six semaines, j'apportai un matin des tiges de Rhubarbe, cueillies dans ma propriété, et ma cuisinière me fit une compote pour mon déjeuner. Elle coupa ces tiges en menus morceaux, ajouta quelques cuil-

lerées d'eau, et laissa cuire à feu doux pendant une heure et demie environ. Cette cuisson se fit dans une casserole émaillée neuve.

Après mon déjeuner, qui se composa d'une côtelette et de petits pois frais préparés chez moi (j'indique ce menu pour bien établir qu'il ne pouvait y avoir rien de toxique dans ces aliments), je mangeai environ six cuillerées à soupe de compote de Rhubarbe que je trouvai d'ailleurs excellente. Il était alors midi trois quarts et je passai dans mon cabinet pour causer avec un de mes amis, ingénieur, qui était venu me rendre visite. A 1 heure un quart, je fus pris de coliques violentes, avec crampes d'estomac, et j'éprouvai un ballonnement du ventre tel, que dans l'espace de quelques minutes, il me fut impossible de supporter la constriction légère de mes vêtements. Au bout de quelques instants, ces douleurs violentes d'entrailles s'accompagnèrent de douleurs extrêmement fortes dans la région lombaire qui m'arrachèrent de véritables hurlements. J'étais courbé en deux, couché en chien de fusil, et, sur ma chaise longue où l'on m'avait transporté, je me débattais en tout sens, sans avoir toutefois de véritables mouvements convulsifs. Je fis des efforts infructueux pour aller à la garde-robe, et comme mon intelligence était intacte, j'eus immédiatement conscience d'être empoisonné.

Je me fis porter à mon bureau, afin d'écrire une ordonnance pour avoir un vomitif. Je parlais beaucoup, j'étais très loquace, et je m'étonnais que mon ami fit semblant de ne rien comprendre à ce que je lui disais. Je croyais lui parler très intelligiblement et en réalité les paroles que j'émettais n'avaient aucun sens: c'étaient des bruits confus gutturaux qui ne répondaient à aucune idée. Je ressentis alors un engourdissement absolu des lèvres et de la langue, et, en me regardant dans la glace, je vis que ma bouche était ouverte et qu'il m'était impossible de la refermer. J'avais d'ailleurs la sensation d'un enduit métallique qui comprimait mes lèvres et ma langue, qui avait cependant conservé son humidité naturelle. Me rendant compte que je ne pouvais arriver à me faire comprendre, je voulus prendre mon porte-plume pour inscrire un vomitif. Mes deux avant-bras étaient complètement paralysés, mes mains pendantes, j'avais une paralysie complète des extenseurs ; en même temps, je ressentis des engourdissements et des fourmillements jusqu'aux deux coudes. Ma sensibilité était conservée, même peut-être un peu augmentée. Je finis par faire comprendre par gestes que je voulais vomir et, quelques instants après, on m'apporta un vomitif qui produisit son effet au bout de dix minutes. Mon ami, effrayé, était allé chercher deux confrères voisins, les docteurs Chevalier et Chipier, qui constatèrent comme moi que, sur une hauteur de 6 centimètres environ, l'émail de la casserole était complètement fondu, sans présenter aucune fissure ni aucun éclat et que la tôle apparaissait à nu, toute noire. J'ai omis de mentionner qu'il me fut impossible d'uriner pendant plusieurs heures ; malheureusement à la première émission, je négligeai d'en faire l'analyse. J'appelai l'attention de mes confrères sur mes pupilles, qui réagissaient bien à la lumière et n'étaient ni dilatées ni contractées.

Peu à peu, à la suite du vomissement, les douleurs devinrent moins intenses, les fourmillements des avant-bras diminuèrent, les extenseurs commencèrent à se contracter et, après deux heures, je pus commencer à écrire. Mon écriture ressemblait complètement à celle de la paralysie agitans; trois heures après l'accident, tout phénomène paralytique avait disparu.

On me conduisit à mon lit, je pris quelques centigrammes d'opium et des cataplasmes chauds laudanisés sur le ventre. Le lendemain, sauf une courbature générale, je ne ressentais plus rien.

Si j'ai tenu à vous faire cet exposé, peut-être un peu trivial, c'est d'abord parce qu'il m'a semblé intéressant de vous indiquer les sensations que j'ai éprouvées moi-même, car il n'est pas toujours facile à un médecin de transcrire les impressions d'un malade. D'autre part, il me semble hors de doute que, dans ce cas, il s'agisse d'un empoisonnement par le plomb: j'ai éprouvé tous les symptômes de l'intoxication saturnine chronique, coliques et paralysie toxiques; seulement je les ai éprouvées d'une façon suraiguë, une demi-heure après l'ingestion de la substance toxique. Enfin, connaissant les accidents mécaniques produits par les cassures de l'émail, j'ignorais absolument les accidents chimiques et, les quelques maîtres et confrères à qui j'ai demandé leur avis m'ont dit ne pas avoir souvenance d'avoir observé des accidents semblables.

Je suis heureux, de soumettre cette observation à votre appréciation éclairée, car il s'agit d'un intérêt général. Si, par le fait d'un procédé de fabrication que je ne suis pas capable d'apprécier, l'émail d'un ustensile de cuisine peut être attaqué par l'acide chrysophanique, il en sera de même si l'on fait cuire dans ce vase de l'oseille, des tomates, des groseilles, des fruits quelconques; il y aurait donc lieu de chercher à prendre des mesures pour éclairer le public sur les dangers qu'il court en se servant de batteries de cuisine en tôle émaillée, dont l'usage est cependant fort répandu, surtout à cause de la facilité du nettoyage. Peut-être, sans avoir recours à une mesure radicale, pourrait-on réglementer l'émaillage, comme on le fait pour l'étamage des ustensiles de cuisine.

M. le Dr FERRANDI

Médecin-major de 1re classe, Chef de l'Hôpital militaire d'Ajaccio.

CONSTRUCTION HYGIÉNIQUE & ÉCONOMIQUE D'UN SANATORIUM A AJACCIO

[613.56:614-542:45.9]

— Séance du 13 septembre —

Le dernier Congrès international de Berlin a cité et admis comme modèle le sanatorium de Wald, dans le canton de Zurich. Cet établissement, jugé irréprochable au point de vue hygiénique, est du type pavillon central et deux pavillons latéraux, l'un pour les hommes, l'autre pour les femmes, avec un rez-de-chaussée et trois étages à chaque pavillon, sur une façade

totale de 90 mètres. Ces trois pavillons sont reliés, au sud, par de vastes galeries de cure d'air, et, au nord, par des galeries vitrées. Les chambres des malades, toutes orientées au midi, sont à un, deux, trois et quatre lits, en tout 90 lits, qui ont chacun de 21 à 41 mètres cubes d'air ; au rez-de-chaussée, un salon dans chaque pavillon latéral ; la salle à manger au rez-de-chaussée de celui du milieu, avec la cuisine, l'office, la lingerie, le pesage, etc., sans parler des autres dépendances dont quelques-unes sont situées dans le sous-sol.

Le montant des dépenses pour la construction, le mobilier et les diverses installations, s'est élevé à la somme de 548.000 francs.

C'est l'étude attentive de ce sanatorium qui nous a suggéré l'idée d'un projet de construction du même modèle, et nous nous sommes demandé s'il ne serait pas réalisable aux environs d'Ajaccio, non seulement dans des conditions d'hygiène et de confort aussi satisfaisantes, mais encore et surtout dans de meilleures conditions de prix.

Sans entrer dans des détails techniques au-dessus de notre compétence, nous nous efforcerons donc, dans cette brève communication, de rechercher la solution du problème, dont l'idée n'est d'ailleurs pas nouvelle dans cette ville.

Déjà, il y a quelques années, elle a fait l'objet de deux tentatives successives qui n'ont malheureusement pas abouti, faute d'une étude plus serrée du projet et aussi d'un accord complet sur le principe et les avantages des sanatoria, encore très discutés à cette époque malgré l'avis favorable émis à l'unanimité par le Conseil d'hygiène et de salubrité du département, consulté sur cette question.

Mais aujourd'hui que partout s'est organisée la lutte contre la tuberculose, tant de la part de l'initiative privée que des pouvoirs publics, les idées ont fini par se modifier, et nous avons la conviction que l'on ne se heurterait plus ici aux difficultés du passé.

Voici quelles seraient les dispositions de notre projet :

Sur les bords nord du golfe et sur la route fréquentée et continuellement ensoleillée des Sanguinaires, à 200 mètres de la mer et à 5 kilomètres environ de la ville, il existe des terrains à acquérir, où on n'aurait que l'embarras du choix d'un emplacement qui répondrait totalement à toutes les exigences de l'hygiène moderne.

Sol granitique et par suite sans poussière, à l'abri des vents du nord, de l'est et de l'ouest, exposé seulement aux vents du sud et du sud-ouest, qui ne soufflent que rarement; température hivernale moyenne de 13 degrés et oscillations peu sensibles permettant constamment la cure d'air ; exposition en plein midi ; vue sur le panorama du golfe dont on ne peut s'empêcher d'admirer la splendeur et qui faisait l'enchantement de Daudet et de Maupassant, pour ne citer que ces deux noms, n'est-ce pas là, sous un ciel tou-

jours bleu, ce que l'on peut rêver de mieux approprié à un sanatorium ? Et ne pourrait-on pas y traiter avec autant de succès qu'à l'hôpital marin de Berck aussi bien la tuberculose pulmonaire, et spécialement ses formes torpides, que toutes les tuberculoses locales de l'adulte et de l'enfant ? — Notre sanatorium, du même type que celui de Wald en Suisse, comprend trois pavillons avec rez-de-chaussée, mais à deux étages seulement. Au rez-de-chaussée des bâtiments latéraux un salon et quatre chambres, à un, deux, trois et quatre lits. Au premier et second étage, sept chambres de la même contenance, le tout pouvant loger 84 malades, à chacun desquels reviendrait une ration atmosphérique supérieure à celle de Wald (50 mètres cubes).

La salle à manger, également orientée au sud, est aménagée au rez-de-chaussée du pavillon central, avec la cuisine, l'office, la lingerie et le pesage. Le reste est exclusivement réservé au personnel dirigeant.

Les murs extérieurs sont construits suivant la mode du pays (moellon de granit et crépissage). Les parquets sont en pin du nord recouverts de linoléum et les murs peints au ripolin. Les chambres à angles arrondis et à hauteur de 2 mètres reçoivent l'air et la lumière à profusion par de larges fenêtres pourvues de vasistas s'ouvrant en haut et en dedans.

Les galeries de cure d'air et de repos, reliant les pavillons entre eux, sont tout à fait au midi et ont 4 mètres de largeur : les galeries vitrées, au nord, les reliant également, n'ont que 2 mètres. Le mobilier est des plus simples : un lit en fer avec sommier métallique et matelas de crin, une table de nuit, une armoire, une table de toilette et deux chaises. A l'exception de la literie, tout pourra être confectionné sur place à très bon compte et tenu constamment aseptique.

Grâce à la douceur de la température hivernale, l'appareil de chauffage n'est pas indispensable : de simples cheminées à chauffage de bois seront suffisantes. Le gaz à bec incandescent (système Auer) coûtant trop cher en raison de la distance de l'usine, une installation pour l'éclairage à l'acétylène pourrait être faite sur place sans grands frais.

Une étuve Geneste et Hercher à vapeur sous pression suffira pour assurer la désinfection.

L'égout n'exigera qu'une dépense réduite, en raison de la pente du terrain et de la proximité de la mer, et sera rendu facilement imperméable, par une couche de ciment de 1 centimètre d'épaisseur.

Mais il serait fastidieux de s'étendre plus longuement sur les détails techniques relatifs à la désinfection des locaux et des crachats, à la construction, à l'aménagement et au devis. Il sera du reste facile, en se rendant sur les lieux, de dresser un plan définitif en étudiant à fond toutes les questions accessoires.

En résumé, d'après les calculs, les dépenses se décomposent, aussi approximativement que possible, de la manière suivante :

Achat du terrain	Fr.	30.000
Terrassements		3.000
Maçonnerie, menuiserie, charpenterie et toutes autres dépenses de construction pour les chambres des malades		120.000
Peinture ripolin		10.000
Poutres en fer des galeries		3.000
Vitrerie des galeries		4,000
	Fr.	170.000
Pavillon central		25.000
Divers		5.000
	Fr.	200.000
Mobilier et lingerie pour malades et personnel		50.000
	Fr.	250.000
Conduite et installation du gaz acétylène et de l'eau, appareils de désinfection, jardin et plantation d'arbres, égout à la mer, honoraires d'architectes, etc		50.000
TOTAL GÉNÉRAL	Fr.	300.000

dont on pourra défalquer le prix du terrain (30.000 francs), en cas de cession très probable par la ville (qui est propriétaire) moyennant un bail emphytéotique, de sorte que la différence, au point de vue construction économique, entre le sanatorium d'Ajaccio et celui de la Suisse pris comme modèle, se traduira par la somme ronde de 278.000 francs. Nous avons cru utile de fournir ces renseignements, étant donné que le but poursuivi plus que jamais, c'est la création de sanatoria à capital aussi réduit que possible dans l'intérêt même du malade, la diminution des frais généraux entraînant nécessairement celle du prix de journée.

Qu'il nous soit permis, en terminant, d'émettre un vœu (et puisse-t-il ne pas être platonique), c'est de souhaiter qu'à l'aide du Conseil municipal de Paris, dont un des représentants les plus influents et les plus autorisés se trouve parmi les membres de ce Congrès des sciences, l'Assistance publique, qui a créé les sanatoria des bords de l'Océan et de la Manche, étende sur les bords de la Méditerranée l'œuvre humanitaire et populaire qu'elle a entreprise. (1)

(1) Après cette communication, la 18e Section (Hygiène et Médecine publique) a émis le vœu qu'un sanatorium de tuberculeux soit créé sur le territoire d'Ajaccio, à l'emplacement le mieux approprié, de préférence dans une propriété communale, et que la construction et l'exploitation de cet établissement soient confiées à l'initiative privée, sous les contrôles utiles, ou à une collectivité, telle qu'une Société de secours mutuels, d'assurances ou de coopération.

M. le Dr Gustave REYNAUD

Médecin en chef des colonies en retraite, chargé de cours à l'École de Médecine,
Professeur d'hygiène à l'Institut colonial de Marseille.

LES SANATORIA POUR MALADES COLONIAUX, EN FRANCE [613.56:944]

— Séance du 13 septembre —

Tous les médecins spécialistes des pays chauds sont d'accord pour déclarer que le moyen le plus sûr d'obtenir la guérison des maladies endémiques intertropicales est le rapatriement des *malades*. C'est aussi par le rapatriement que les Européens, restés *valides* après un séjour de 2, 3, 4 ans ou plus encore, dans les climats chauds, rétablissent leur santé dans l'état intégral.

Pour répondre à ce besoin qui s'impose, les périodes régulières de séjour dans les colonies réputées malsaines ont été réduites respectivement à un nombre d'années ou de mois représentant la limite moyenne de résistance des Européens aux pays en cause. C'est ainsi que la limite de durée des séjours est de 3 ans aux Antilles et au Tonkin, de 2 ans au Congo belge et au Sénégal, de 12 à 18 mois dans le Golfe de Guinée, etc., etc., variant ainsi suivant le degré d'insalubrité des régions.

Quant aux *malades* ils sont rapatriés dès que leur maladie, résistant aux traitements rationnels, se prolonge au delà d'une certaine limite. La tendance actuelle des administrations coloniales publiques ou particulières est de hâter le rapatriement des malades.

La morbidité et la mortalité des troupes européennes dans nos différentes colonies ont considérablement diminué et cet heureux résultat est dû en partie aux rapatriements anticipés pour les malades.

Mais pour que le rapatriement produise tous ses effets utiles dans le temps le plus court, il faut que les malades rapatriés séjournent dans un climat approprié à l'affection dont ils sont atteints et dans les conditions d'habitation, d'alimentation nécessitées par leur état.

Bien que le nombre des coloniaux rapatriés en France augmente chaque jour en proportion de l'expansion coloniale incessante, de la fréquence des expéditions et de l'accroissement des garnisons et du nombre des colons, rien ou à peu près rien n'a été fait jusqu'ici pour répondre aux besoins impérieux qu'ont fait naître les rapatriements hâtifs tels qu'on les pratique

systématiquement depuis plus de quinze ans. Des Sanatoria spéciaux sont indispensables.

Catégorie des coloniaux rapatriés. — Indications fournies par leur état spécial.

Les conditions spéciales que doivent présenter ces Sanatoria sont dictées par l'état des malades qui doivent y être traités.

Les coloniaux qui viennent demander aux climats tempérés le rétablissement de leur santé peuvent être :

1° Des *malades;*

2° Des *convalescents;*

3° Ou, plus simplement, des *débilités* épuisés par le climat. Ceux-ci pourraient aussi bien être rangés parmi les convalescents. Mais ce dernier qualificatif s'applique plus exactement à un état résultant d'une maladie bien déterminée pouvant créer des indications particulières pour la cure d'air et le traitement, tandis que les débilités, bien que présentant ordinairement un état anémique, parfois même assez prononcé, sont dans un état de santé qui est le résultat de l'action climatérique constante et excessive, mais non d'une maladie déterminée entraînant les indications particulières. Cette 3e catégorie peut donc être conservée, car les prescriptions qui les concernent seront simplifiées par l'absence d'antécédents morbides.

Ces trois catégories ont des besoins divers qui ne permettent pas de les placer indifféremment dans une partie quelconque de l'Europe, nord ou sud, en plaine ou en montagne, dans l'intérieur du continent ou sur les bords de la mer. Cependant il est des indications communes à tous les coloniaux rapatriés, invalides de toutes les catégories, c'est le besoin de lumière, de sécheresse relative de l'atmosphère, de chaleur modérée et de l'air pur.

Ces hommes de race blanche, originaires de pays tempérés, ont tous subi dans leur organisme des perturbations fonctionnelles profondes, lorsqu'ils ont abordé les pays chauds, pour s'adapter au nouveau milieu météorique dans lequel ils étaient plongés : accélération de la respiration et diminution de l'exhalation aqueuse pulmonaire; augmentation des pulsations artérielles et dilatations du réseau capillaire sanguin périphérique; sécrétions cutanées exagérées; diminution de la quantité d'urine et de l'excrétion des principes tels que l'urée, le chlorure de sodium; formation moindre des calories; — apepsie; — polycholie; — action déprimante sur le système nerveux régulateur de toutes les fonctions, d'où apathie, alanguissement, inactivité, dépression morale.

La caractéristique générale est un ralentissement des phénomènes intimes de la nutrition et aussi, comme conséquence, un affaiblissement

des moyens de défense, cellulaires ou autres. A cet effet de l'action climatérique excessive, s'ajoute chez beaucoup de coloniaux l'action aggravante des maladies les plus débilitantes, telles que la dysenterie et le paludisme. Les perturbations fonctionnelles subies dans les pays chauds vont être subies en sens inverse à leur retour en Europe. Il en résulte que ces individus se présentent dans les villes d'Europe où ils débarquent en état de réceptivité morbide prononcée.

Malheureusement bien des villes où ils débarquent, telles que Marseille et Toulon, sont de véritables foyers de maladies infectieuses. Dès leur arrivée ils vont se trouver en présence de la fièvre typhoïde, de la pneumonie grippale, de la tuberculose, affections qui forment des symbioses redoutables avec le paludisme et évoluent avec prédilection sur les organismes débilités. Ces complications sont d'observation journalière pour les médecins qui ont la pratique des malades coloniaux rapatriés dans les hôpitaux de Toulon et de Marseille. Hospitaliser, maintenir des malades coloniaux dans des villes malsaines, cela constitue une faute grave.

Les rapatriés coloniaux de toutes catégories ont besoin d'air pur, vivifiant, réparateur, sans poussières et sans humidité, d'une habitation largement ventilée, visitée par le soleil.

Ce n'est pas dans une grande ville aux rues étroites et sales, aux maisons élevées, dans des hôpitaux encombrés ou dans des casernes malpropres et sans air, n'ayant que des cours étroites, véritables puits humides et infects, où la lumière et l'espace font défaut, et où se succèdent des passagers de toute provenance, sans cesse en relations avec les milieux malsains de la ville, que les coloniaux pourront réparer rapidement leurs forces et refaire leur sang. La création de Sanatoria pour les rapatriés de toutes catégories s'impose. Où doivent-ils être situés ?

Il faut remarquer que les paludéens qui forment l'immense majorité des « invalides tropicaux » ont leur sang encombré d'hématozoaires et constituent, à n'en pas douter, des agents de véhiculation du paludisme, susceptibles de contaminer une localité si elle est humide, et si elle est infectée de moustiques (anophèles) comme bon nombre de localités basses continentales ou maritimes.

Ne faut-il pas penser aussi à la possibilité pour ces rapatriés, provenant en grand nombre de régions qui sont des foyers cholériques et atteints d'entérites chroniques, d'apporter avec eux des germes cholériques qui auront plus de chances de se multiplier dans une agglomération importante et préparée à les recevoir par son mauvais état hygiénique? On pourrait en dire autant des malades porteurs d'affections se rattachant à la filariose.

Ainsi les dangers mêmes qui peuvent résulter du voisinage immédiat d'un trop grand nombre de malades coloniaux rapatriés contribuent à

rendre nécessaire l'établissement des Sanatoria pour coloniaux hors des grandes agglomérations.

Des indications particulières résultent de l'état des rapatriés de chaque catégorie.

Ceux de la 1re catégorie, les malades, sont, pour le grand nombre, (75 0/0 environ) atteints de paludisme à divers degrés et avec diverses complications (entérite, dyspepsie, congestion du foie, néphrite, aortite, etc...); les uns présentant encore les phénomènes d'une cachexie grave, d'autres ayant encore des accès répétés ou atteints d'une rechute pendant la traversée, d'autres n'ayant plus que des accès éloignés, déjà rétablis en partie pendant la traversée, malades de types fort divers pouvant subitement devenir graves sous des influences dont il faut savoir les préserver.

Le reste des rapatriés comprend, suivant leur provenance, une plus ou moins forte proportion de dysentériques ou diarrhéiques, des hépatiques, des anémiques convalescents de l'une ou l'autre de ces affections,

Tous ces malades et aussi bon nombre de rapatriés de la 2e catégorie (convalescents), en raison des dangers que leur fait courir l'adaption nouvelle au climat tempéré, en raison aussi de la nécessité de continuer leur traitement, en raison de la première sélection qu'ils doivent subir à leur débarquement, ont besoin d'être reçus dans un établissement ayant tous les organismes et tous les approvisionnements d'un hôpital complet, situé dans une localité possédant un climat assez modéré pour rendre inoffensives les perturbations fonctionnelles du retour, les réactions de la nouvelle adaption.

Plus tard, après une sélection et un stage dans cet établissement, ils pourront être dirigés dans un Sanatorium plus simplement organisé, Sanatorium du 2e degré, qui ne sera plus qu'une maison de convalescents et non un hôpital avec ses rouages compliqués.

Quelques convalescents, rapatriés de 2e catégorie et la plupart des rapatriés de la 3e catégorie, pourront, suivant la saison ou suivant les indications de leur constitution ou de leurs antécédents morbides, être dirigés d'emblée sur l'établissement du 2e degré, sans subir de stage prolongé dans l'établissement du 1er degré.

Ainsi il convient d'avoir deux ordres de Sanatoria : 1° des stations de traitement (Sanatoria du 1er degré) ; 2° des stations de convalescence d'une organisation plus simple (Sanatoria du 2e degré).

Conditions climatériques nécessaires pour chaque ordre de station.
Époques de séjour.

Les phénomènes biochimiques que détermine l'adaption à un climat nouveau chez les rapatriés invalides sont susceptibles de rompre l'équilibre

des moyens de résistance et de les annuler. A l'excitation première du système nerveux produite par le premier froid ressenti peut succéder une dépression profonde. Ces phénomènes, constatés dans les Sanatoria des pays chauds et qui en rendent le séjour impossible à un certain nombre d'invalides, seront très accentués pendant la saison d'hiver en Europe, même dans le Midi. Il n'est pas rare, dans ces conditions, d'observer sur des sujets, jusque-là indemnes en apparence, l'explosion subite d'accès de fièvre paludéenne, compliquée même d'hématurie, des dysenteries fort graves. Bien des fonctionnaires ou soldats revenant de la Cochinchine, après deux années passées sans maladies dans la colonie, ont été pris subitement d'entérite aiguë à leur arrivée dans la Méditerranée ou à Toulon.

La possibilité de ces accidents ou des rechutes, non moins que les complications telles que l'hémoglobinurie, les accidents bilieux, les hépatites suppurées et aussi les symbioses avec le bacille d'Eberth ou le coli bacille, fréquentes à Marseille et à Toulon, imposent la plus grande circonspection dans le choix de l'époque du retour en Europe aussi bien que du lieu des stations sanitaires.

De l'avis concordant des médecins les plus autorisés en cette matière, on peut conclure qu'il est nécessaire de faire arriver les malades exotiques en Europe de préférence pendant l'été ou, mieux encore, de leur ménager une transition favorable en les faisant séjourner d'abord dans le midi de l'Europe

La France, à cet égard, est merveilleusement située et dotée pour recevoir ses malades coloniaux dans les meilleures conditions, car ses ports méditerranéens ont des climats favorables, en hiver comme en été, au séjour des rapatriés. Les malades ne pourraient être envoyés directement dans le nord de la France que pendant quelques mois d'été.

Situation des stations.

Les stations de traitement (1er degré) seront-elles dans la plaine, dans la montagne, sur le bord de la mer ou dans l'intérieur des continents?

Les avantages du climat d'altitude pour le rétablissement de la santé sont bien connus de tout le monde, et il vient immédiatement à l'esprit de les utiliser au profit des coloniaux en Europe, comme on le fait d'ailleurs dans les Sanatoria des colonies.

A la pureté de l'atmosphère des montagnes, qui est telle que dans les grandes altitudes elle équivaut à une stérilisation faite au laboratoire, et qu'à 1.000 mètres déjà les germes microbiques sont très rares, viennent s'ajouter l'abaissement de la température (1° environ pour 166 m.), l'extrême sécheresse de l'air pendant les beaux jours, une étonnante luminosité. Ces conditions favorables produisent une excitation des fonctions nu-

tritives et respiratoires, une exaltation des phénomènes d'échange, dont le résultat est la restauration globulaire, l'augmentation du poids, le retour des forces et de l'activité. Par l'effet de l'air froid, de la vie à l'air libre et pur, il se produit une hypercythémie chez les convalescents comme chez les valides; chez les premiers, l'hypercythémie est persistante.

Mais il y a des inconvénients dont il faut tenir compte quand il s'agit de malades coloniaux. Ces inconvénients deviennent des dangers si les malades coloniaux sont soumis d'emblée à la cure d'altitude. Ce sont d'abord les vents qui y sont fréquents, très dangereux en hiver, parfois fort désagréables en été (le Foehn des Alpes); ce sont ensuite la pluie en été et la neige en hiver. Certaines régions, telles que les massifs du Jura, les versants ouest des Alpes Vaudoises exposées aux vents d'ouest qui arrivent chargés de nuages récoltés à la surface de l'océan, sont particulièrement pluvieuses (1.038mm d'eau à Lausanne; — 1.384mm d'eau à Montreux) (Dr Regnard; — la cure d'altitude 1898). — Les brouillards très fréquents en automne et au printemps se montrent aussi en été après la moindre pluie.

A ces inconvénients déjà si notables se joignent les variations considérables de la température du jour à la nuit, d'un jour à l'autre, d'une saison à l'autre.

Les altitudes ordinairement fréquentées par les convalescents ou les villégiateurs, ont pendant toute l'année, à l'exception de la fin du mois de juin, des mois de juillet et d'août, une température trop froide pour que des « invalides tropicaux » puissent s'y risquer d'emblée. Qu'il s'agisse des stations Dauphinoises, Savoisiennes, Jurassiques, Valaisannes, Vaudoises, etc., toutes sont inabordables pour eux pendant l'*hiver*. Le froid peut atteindre, en effet, et dépasser dans les grandes altitudes, — 20°. Il est en général de — 5° à — 10° le matin. Les températures exceptionnelles de + 10° qu'on a pu observer en janvier ne se rencontrent que sur les plateaux bien exposés, et ceux-là seuls qui peuvent s'exposer au soleil peuvent bénéficier de la chaleur relative qui règne de 1 heure à 5 heures du soir.

En *été* les minima sont encore très dangereux pour des coloniaux malades de la 1cre catégorie, de + 0°,4 à + 8°,2. Les moyennes ne sont que de 9°,7 à 16°.

La température des hautes montagnes a des oscillations si étendues (de 15° à 22°) qu'elles constituent des contre-indications formelles pour un grand nombre de rapatriés coloniaux de la 1ere catégorie. Les dysentériques, les paludéens, les dyspeptiques sont prédisposés aux congestions et aux abcès du foie. Les dysentériques ont des rechutes; les paludéens, même ceux n'ayant eu jusque-là que des formes peu graves et espacées, peuvent être atteints, sous l'influence d'un froid brusque, de fièvre bilieuse con-

tinue ou de fièvre bilieuse hémoglobinurique ou d'asphyxie locale des extrémités (maladie de Raynaud).

Par conséquent les stations des *grandes altitudes*, au-dessus de 1.400 mètres, sont impropres au traitement des malades coloniaux de 1re et 2e catégorie en hiver et en été.

En second lieu les paludéens ou les anémiques, présentant de l'éréthisme nerveux ou des tendances aux congestions, les paludéens ayant une tare organique, lésions cardiaques ou aortiques, de l'artério-sclérose, des lésions rénales ou hépatiques, congestions ou scléroses, des lésions pulmonaires, congestions, bronchite chronique ; les dysentériques ou diarrhéiques ayant des accidents chroniques ou aigus ; les cachectiques ; les anémiques trés déprimés, les arthritiques, les rhumatisants, tous ces sujets seront impropres à bénéficier des ressources du climat des *altitudes moyennes* (de 800 à 1.400 mètres), en hiver et en été, à leur arrivée en Europe.— Après un long séjour en plaine ou à de très faibles altitudes et après la disparition des principaux phénomènes morbides quelques-uns d'entre eux seulement pourront être envoyés en *altitude moyenne* en été !

Les autres coloniaux invalides, anémiques, dyspeptiques, paludéens sans éréthisme, à accès éloignés, indemnes des tares énoncées plus haut, convalescents bénéficieront du séjour en *altitude moyenne* pendant l'été.

Les faibles altitudes, au-dessous de 800 mètres, leur conviennent également, *même pendant l'hiver*, si elles sont ensoleillées, sèches, préservées des vents du nord ou des vents pluvieux, et si les habitations y sont convenables. Dans ces conditions les faibles altitudes peuvent convenir à bon nombre de malades coloniaux de la 1re catégorie, mais pendant l'été seulement.

D'une manière générale tous les coloniaux rapatriés invalides, quels qu'ils soient, se trouveront bien de faire un stage dont la durée variera suivant leur état, dans une station située en plaine, ou mieux sur des plateaux ou monticules peu élevés à climat sec, protégés contre les vents du nord. — La durée du séjour dans ces Sanatoria du 1er degré sera prolongée pour les malades de 1re catégorie, principalement ceux qui ont l'une des complications énumérées ci-dessus. — Les stations du 1er degré situées dans le midi pourront recevoir les malades en toutes saisons. Celles du nord de la France ne pourront les recevoir qu'en été (de juin à septembre).

Choix des Stations. — 1° Stations d'altitude ou du 2e degré.

Les conditions locales exigibles pour les stations d'altitude des coloniaux ne diffèrent pas de celles qu'on recherche pour les autres malades : sol sec, perméable, de suffisante inclinaison pour permettre l'écoulement de l'eau, situation sur un plateau ou dans une vallée très large, au-dessus de la zone des brouillards ; exposition au soleil et aux brises du sud ; protection contre

les vents du nord et tous les vents froids ou humides ; voisinage des forêts qui assainissent et donnent de l'ombre pendant les heures chaudes du jour en été ; forêts ou bouquets d'arbres encadrant la station à quelque distance sans gêner la vue. Rien n'est attristant comme une station enfouie dans le fond d'une vallée étroite où l'horizon est borné de tous côtés. Les coloniaux, habitués par leurs voyages aux grands espaces libres, aux horizons infinis de la mer, aux vastes étendues des rizières indo-chinoises ou des plaines soudanaises, aux immenses vallées du Nil, du Congo, du Mé-Kong etc., souffrent plus que les autres de ce séjour dans une vallée resserrée si verdoyante qu'elle soit. — Il leur faut du soleil et de l'espace.

L'accès de l'altitude doit être facile par voies ferrées, ou au moins par bonnes routes carrossables, car les coloniaux atteints d'affections du foie ou de l'intestin souffrent beaucoup des cahots des voitures. A cet égard, il importe que la région où sera située la station d'altitude soit peu éloignée du point de débarquement et n'exige pas un trop long et trop pénible voyage pour l'atteindre.

Par conséquent, si les malades sont débarqués à Marseille ou à Toulon c'est dans les Alpes françaises ou les Cévennes, ou dans les montagnes de la Corse, qu'ils seront dirigés. Si le débarquement a lieu à Bordeaux les coloniaux seront dirigés sur les Pyrénées. (Il ne s'agit que des Sanatoria destinés aux coloniaux français ou autres venant demander au climat de la France leur rétablissement).

Dans les Alpes, les Cévennes, les Pyrénées et aussi en Corse, les lieux favorables à l'établissement de ces Sanatoria sont innombrables.

Parmi les localités des *Pyrénées* réunissant des conditions favorables on peut citer :

Les environs de Cauterets, de Luchon, des Eaux-Chaudes, des Eaux-Bonnes, présentant toute une série de gradins exempts de brouillards, ensoleillés, bien aérés, propices aux stations du 2e degré, de 1,100 à 1.500 mètres.

Parmi les localités des Alpes, il est facile de trouver des stations étagées de Grenoble à Briançon et Bourg-d'Oisan, sur la ligne de Gréoulx et Digne à Barcelonnette, sur les contreforts des Alpes en bordure sur la Méditerranée.

Les stations du Monnetier, du groupe de la Salève, du Pralognan, des Corbières, de Salins-Moustiers, de Brides etc., etc., présentent un ensemble de conditions favorables.

En Corse la station de Vizzavona aurait ses premiers échelons sur les premiers gradins des massifs montagneux voisins d'Ajaccio.

Parmi les innombrables stations utilisables dans les montagnes françaises les préférences iront à celles qui, à valeur sanitaire égale, seront les plus rapprochées des plages de débarquement, voisines d'une voie ferrée, ayant

sur le parcours qui y conduit des stations intermédiaires pour Sanatoria du 1er degré, et aussi à celles qui seront le moins fréquentées par les sociétés mondaines.

2° *Stations de plaine ou Stations du 1er degré.*

Les stations du 1er degré, en plaine, sur un plateau peu élevé, sur un monticule ou sur le littoral, sont utiles pour servir de premier échelon à ceux dont l'état permet le traitement en altitude, et indispensables pour tous ceux qui, en raison de leur extrême sensibilité au froid, ne tolèrent pas le climat d'altitude.

Le terrain sur lequel sera édifié le Sanatorium sera sec, déclive, imperméable, et, avant tout, exempt de mares, lagunes, canaux, bassins à eaux stagnantes pouvant servir à la pullulation des anophèles.

Les stations de plaine de la région du sud-est devront être abritées des vents du nord, nord-ouest et ouest, très froids et très violents et très fréquents. Dans le sud-ouest, elles seront mises à l'abri des vents très humides et très fréquents. On recherchera le voisinage d'un cours d'eau, des ombrages où des éclaircies sont judicieusement ménagés, à proximité quoique hors du périmètre des agglomérations importantes où l'approvisionnement en toutes choses et l'assistance médicale soient possibles.

Les stations du 1er degré peuvent être continentales ou maritimes. Les stations maritimes ont sur les autres l'avantage de l'équilibre de température, de la constance dans le climat, d'une fraîcheur plus persistante en été grâce aux brises de mer, d'un air plus pur et plus vivifiant, de la possibilité de compléter la cure hydrothérapique par les bains d'eau de mer. Enfin, avantage notable, elles peuvent être au voisinage même de port de débarquement. — Mais elles sont difficilement tolérables pour les invalides coloniaux névropathes irritables, rhumatisants, asthmatiques. L'humidité qui y règne, en plus grande abondance que dans les stations continentales, peut devenir un inconvénient sérieux pour quelques paludéens. Cet inconvénient est très marqué sur les côtes de l'Océan pendant une grande partie de l'année ; il l'est beaucoup moins sur le littoral méditerranéen. Il y aura avantage à placer le Sanatorium continental ou maritime, sur un monticule, ou sur le versant d'un monticule, à l'abri des grandes brises, des vents humides et au-dessus des brumes.

Sur le littoral ou à l'intérieur ces Sanatoria, destinés à servir de premier échelon aux convalescents, aux débilités, aux malades légers et de lieux de traitement aux malades plus graves, sont indispensables. Aucun établissement de ce genre n'a encore été méthodiquement organisé.

Étant donné que les coloniaux débarquent à Marseille, à Toulon et à Bordeaux, il y a lieu d'installer des Sanatoria du 1er degré au voisi-

nage de ces trois villes; à Marseille sur le versant sud des chaînes montagneuses qui courent au nord de la ville (massifs de la Nerthe), à Toulon sur le versant sud des massifs du Faron, à Bordeaux dans les environs d'Arcachon, de Biarritz, de Dax, de Pau. En général, en raison des brumes persistantes qui règnent pendant l'hiver sur le littoral bordelais, les Sanatoria du littoral de Provence et de Corse seront plus favorables.

Les trois stations de Dax, Arcachon et Pau, représentent, parmi bien d'autres des types propices aux coloniaux ayant besoin d'un climat sédatif et tonique, tels que les anémiques, les névropathes ayant des complications pulmonaires, cardiaques, hépatiques, rénales.

Sur le littoral méditerranéen, de Marseille à Menton, il existe un échelonnement ininterrompu de sites à climats gradués, tempérés autant que pittoresques dont la valeur sanitaire est trop connue pour qu'il soit nécessaire d'insister. Les Sanatoria de cette région devront être abrités contre les vents du nord et nord-ouest de manière à bénéficier de leur action assainissante sans être soumis à leur action directe. Cette zone, en relation directe avec les ports de débarquement et jouissant d'un climat exceptionnellement doux en hiver, est particulièrement propre aux Sanatoria de traitement (1er degré).

Construction des Sanatoria.

Simplicité et économie dans les constructions, tel est le principe à suivre et facile à suivre pour cette catégorie de malades peu exigeants. Les établissements du 2e degré seront particulièrement simples n'ayant à abriter que des convalescents.

En raison de la multiplicité nécessaire de ces Sanatoria leur construction coûteuse nuirait à la réalisation de cette œuvre de première nécessité. Le nombre des coloniaux à abriter peut être, en effet, considérable, car par le seul port de Marseille, en 1900, il est arrivé 213.644 passagers de toutes provenances et sur ce total les soldats ou fonctionnaires coloniaux des administrations françaises étaient au nombre de 14.000.

Les progrès incessants de la colonisation font prévoir un accroissement annuel du nombre des invalides coloniaux rapatriés. Les sanatoria de coloniaux seront installés à bon marché ou ne seront pas.

Mais l'installation à bon marché ne doit pas avoir comme conséquence des installations trop sommaires. Elle suppose l'utilisation de constructions déjà existantes, anciens couvents, magasins ou usines, anciens châteaux, des bâtiments dépourvus de décorations architecturales inutiles, édifiés sur des terrains n'exigeant pas des infrastructures dispendieuses.

Le voisinage d'un cours d'eau et d'une voie de communication sera recherché et on préservera la station du voisinage de terrains humides, des

nappes d'eau, fossés, fosses à fumier, fosses fixes. Des rideaux d'arbres ou des collines la protègeront contre les vents froids ou humides du nord ou de l'ouest, suivant la région.

Les bâtiments à plusieurs étages, plus économiques, sont sans inconvénients pour les coloniaux invalides. Les pavillons isolés multiples ne sont pas indispensables.

Les stations du 1er degré, destinées aux invalides coloniaux de toute catégorie, comprendront :

1° Un pavillon pour malades de 1re catégorie;

2° Un pavillon pour malades de 2e et 3e catégories;

3° Un petit pavillon lazaret pour le traitement et l'isolement des maladies contagieuses se manifestant inopinément parmi les pensionnaires de l'établissement. Les services généraux seront établis dans l'un des deux premiers bâtiments.

Les stations d'altitude (2e degré), réservées uniquement aux convalescents il n'y aura plus que deux catégories de bâtiments, la deuxième et la troisième, le lazaret étant encore nécessaire mais avec des dimensions bien plus restreintes.

Les bâtiments seront divisés en grandes salles avec deux cabinets en tête des principales salles de malades, ils contiendront des salles d'examen, ou de triage. Point de laboratoires multiples ou de luxueuses salles d'opération, mais un modeste laboratoire de clinique dans la station du 1er degré et, dans toutes les stations, une étuve à désinfection, un ensemble complet d'appareils hydrothérapiques permettant d'administrer depuis le simple bain jusqu'à la douche intestinale. Ces appareils sont indispensables et nécessitent un abondant approvisionnement d'eau. La cure d'eau complète la cure d'air.

Chaque salle assurera 40 mètres de *cubage individuel* net et pourra contenir de 30 à 40 lits.

L'importance de ces établissements dépendra de leur nombre et de la région qu'ils doivent desservir. Pour diminuer les frais généraux il est bon d'avoir des stations pouvant recevoir environ 150 ou 200 invalides coloniaux. Pour la seule région du sud-est le nombre des coloniaux débarquant à Marseille rend nécessaire un Sanatorium, hôpital mixte, du 1er degré de 200 lits avec un Sanatorium du 2e degré d'égale importance dans les Alpes provençales.

Ces établissements, formés de bâtiments à larges ouvertures avec vérandas de 3 mètres, entourés de grandes cours et de jardins clôturés, doivent être abondamment pourvus, entre autres aliments, de lait en abondance, de légumes et de fruits frais.

Dépenses.

Le prix de revient de la construction des stations du 1er degré ne dépassera pas 3.000 francs par lit en raison de la simplicité des bâtiments et du mobilier. Les stations du 2e degré seront encore moins coûteuses. Les dépenses d'entretien atteindront à peine 2 fr. 50 c. par jour, parce que les dépenses de médicaments seront insignifiantes et les frais de personnel subalterne, infirmiers, hommes de peine, très réduits, les travaux pouvant être exécutés en grande partie par des convalescents hospitalisés.

Temps de séjour.

En tout temps des cargaisons d'invalides coloniaux seront déversées sur les quais des ports européens. Reçus dans des établissements spéciaux situés et outillés de manière à les recevoir en hiver comme en été, leur séjour devra être prolongé jusqu'au complet rétablissement. Deux et trois mois de séjour, après l'entrée en convalescence ne sont pas de trop pour réparer les graves désordres occasionnés par la maladie et le climat. Chacun sait que les paludéens restent fort longtemps avant de voir leurs accès de fièvre, non pas disparaître définitivement, mais s'espacer suffisamment, pour permettre le retour des forces et de l'appétit, la disparition de leur teint terreux et de l'anémie.

Le critérium de l'amélioration suffisante est dans l'augmentation progressive et régulière du poids de l'individu, indiquant avec certitude le rétablissement des fonctions normales de nutrition.

Plusieurs mois, souvent cinq à six mois consécutifs, quelquefois même davantage ou deux saisons successives, sont nécessaires pour la réparation solide des lésions organiques des graves malades.

Ce long séjour est particulièrement applicable aux coloniaux qui, à leur sortie de l'hôpital, ne trouveraient pas chez eux les ressources qu'exige le rétablissement complet de leurs forces par une convalescence accomplie dans le repos, sans travail, dans une maison saine avec une alimentation suffisante. En majorité, les soldats et les petits colons en sont dépourvus. Il m'a été donné fréquemment, comme médecin du service colonial à Marseille, de voir de ces malheureux, petits fonctionnaires ou employés, réduits à la plus affreuse misère par une convalescence prolongée avec une solde diminuée, impuissants à subvenir à leurs besoins les plus stricts et encore moins aux dépenses d'un traitement prolongé, me suppliant, bien que débilités et malades encore, de les laisser repartir pour une colonie où, au moins, « ils ne crèveraient pas de faim »!

Ce sont ces misères qu'il s'agit de faire disparaître en ouvrant des asiles

des Sanatoria, où ces infortunés achèveront le rétablissement de leur santé ébranlée ou minée dans la part qu'ils ont prise, colons ou soldats, de l'œuvre de colonisation qui s'impose à la France. L'État, les sociétés de secours, les particuliers, auront chacun leur part dans cette assistance qui pour être complète et efficace, doit être effectuée dans les Sanatoria et aussi dans des dispensaires, véritables « Maisons du Colonial », analogues à la « Maison des Marins », assurant dans les principales villes un refuge aux coloniaux qui trouveront des offres d'emplois, des secours, un abri, les soins matériels, médicaux et moraux.

CONCLUSIONS

Des Sanatoria, destinés aux coloniaux, sont indispensables pour parfaire l'œuvre excellente des rapatriements hâtifs.

Les Sanatoria, édifiés en Europe, seront situés en dehors des agglomérations urbaines importantes.

Pour permettre le retour en Europe, dans toutes les saisons aux « invalides coloniaux » de toutes provenances, ces Sanatoria doivent être situés dans les régions les plus tempérées de l'Europe, de préférence dans le midi de la France, au voisinage des ports d'arrivée.

Il y a lieu, en raison des indications diverses fournies par les états divers des « invalides coloniaux » d'établir des *stations basses* (1er degré) et des *stations d'altitude* (2e degré). Tous les rapatriés invalides feront un stage dans les stations du 1er degré et y subiront une sélection avant d'être envoyés dans les stations du 2e degré.

Les *stations d'altitude* ne seront pas situées au-dessus de 1.400 mètres environ. Les *stations basses* auront avantage à être au voisinage de la mer et en pleine campagne. Le sud-est de la France continentale et la Corse offrent la plus grande somme d'avantages climatériques.

Les Sanatoria de coloniaux seront édifiés, aménagés et administrés avec le souci du confort nécessaire, mais aussi avec la simplicité qui permettra de ne pas dépasser le prix moyen de 2.500 francs par lit, pour frais de premier établissement et de 2 fr. 50 c. par jour de frais de traitement individuel.

L'urgence des Sanatoria coloniaux s'impose à l'opinion, aux pouvoirs publics, aux sociétés privées et publiques, comme conséquence de l'expansion coloniale.

M. Ch. MOROT

Vétérinaire-Inspecteur de l'abattoir de Troyes.

DES MOYENS PROPRES A ASSURER LA SALUBRITÉ DES VIANDES ALIMENTAIRES CIRCULANT EN DEHORS DES LOCALITÉS D'ABATAGE (1) [613.31

— Séance du 13 septembre —

PREMIÈRE PARTIE

Réglementation gouvernementale.

L'État a réglementé l'inspection des viandes foraines dans les conditions suivantes, mais seulement en cas de provenance étrangère.

I. — DÉCRET DU 26 MAI 1888, RELATIF A L'ENTRÉE EN FRANCE DES VIANDES FRAICHES IMPORTÉES DE L'ÉTRANGER.

ART. 4. — « Les importateurs des viandes des espèces bovine et porcine devront présenter des animaux complets, soit entiers, soit découpés par moitiés ou par quartiers, suivant les usages courants de la boucherie ; les différents morceaux devront se juxtaposer exactement entre eux avec le poumon adhérent naturellement. Les parois internes de la poitrine et de l'abdomen devront, en outre, ne porter aucune trace de raclage ou de grattage (2).

» Toutefois, les morceaux de choix de l'espèce bovine (filets et aloyaux) pourront être admis à l'état de pièces isolées » (3).

Les dispositions du premier alinéa de l'article 4 ne s'appliquent pas aux viandes de l'espèce ovine (art. 5).

II. — AMENDEMENT VILLEBOIS-MAREUIL, 28 MAI 1890. LOI DOUANIÈRE DU 11 JANVIER 1892, EN VIGUEUR DEPUIS LE 1er FÉVRIER 1892.

« Les viandes fraîches de mouton ne pourront être importées que découpées par quartiers, la fressure adhérente à l'un des quartiers de devant. »

(1) Voir les préliminaires et les conclusions de ce travail dans les procès-verbaux de la session d'Ajaccio, p. 271.

(2) Les rognons de mouton et les autres parties des ovins peuvent être introduits isolément. *(Circulaire du 10 novembre 1888, du ministre du Commerce.)*

(3) Les abats tels que cœur, foie, rognons, etc., ne bénéficient pas de ces dispositions, pas même les foies de bœuf et de porc, servant d'amorce pour la pêche côtière et qui pourraient être abusivement employés dans l'alimentation. *(Circulaire du 19 novembre 1888, du ministre du Commerce.)*

SECONDE PARTIE

Réglementation communale.

Parmi les nombreux arrêtés municipaux, j'ai choisi les suivants qui n'admettent les viandes foraines qu'avec certaines restrictions : adhérence de certains viscères, apposition d'une estampille sanitaire, présentation d'un certificat d'inspection initiale délivré au lieu d'abatage, etc.

1. *Règlement de la boucherie. Semur (Côte-d'Or), 29 janvier 1853.*

Les viandes foraines sont présentées au commissaire de police avec un certificat du maire du lieu d'origine, attestant qu'elles proviennent d'un animal sain inspecté avant l'abatage, en sa présence, par le vétérinaire de l'arrondissement et marqué, après cette visite, au fer rouge sur les cornes (bovins) ou à l'emporte-pièce aux oreilles (moutons et porcs). Les marques nécessaires sont remises par la mairie de Semur aux maires des communes des bouchers forains, aux frais de ces derniers (art. 6).

2. *Règlement de l'abattoir de Bourbonne-les-Bains (Haute-Marne), 16 mai 1862.*

Les bouchers forains ne peuvent introduire et débiter des viandes abattues au dehors que les jours de marché, après déclaration à la mairie de Bourbonne et avec un certificat du maire de la commune où l'animal a été abattu « constatant la bonne qualité de la viande ». Chaque quartier de l'animal devra, en outre, porter une ou plusieurs empreintes du sceau de la commune (art. 12).

3. *Règlement de la boucherie. Tarbes (Hautes-Pyrénées), 8 décembre 1869.*

« Les viandes provenant du dehors ne pourront être introduites en ville et exposées en vente qu'après remise, aux préposés de l'octroi, d'un certificat du maire de leur origine, constatant le bon état de santé des animaux qui les auront fournies. Nonobstant la production de ce certificat, si ces viandes offraient aux préposés une apparence suspecte, ils devraient les retenir et en aviser immédiatement l'inspecteur de l'abattoir... » (art. 15.)

4. *Règlement de l'abattoir des Sables-d'Olonne (Vendée), 10 juillet 1872.*

Les viande foraines doivent être présentées à l'inspection de l'abattoir, avec un certificat justifiant « qu'au moment de l'abatage les animaux dont elles proviennent étaient sains et de bonne qualité ». Ce certificat doit être « délivré par un vétérinaire breveté, ou par le maire ou l'adjoint de la commune dans laquelle l'abatage aura eu lieu ». A défaut de remise de cette pièce, la viande pourra être rejetée (art. 3).

5. *Règlement de police de Morez (Jura), 28 mai 1873.*

« Les colporteurs vendant de la viande en détail seront tenus de justifier de la *sanité* de leurs viandes, à leur entrée dans la commune, par certificats en due forme... » (art. 40).

6. *Règlement des viandes foraines. Bordeaux (Gironde), 30 mai 1874.*

« ... Les bouchers forains sont tenus d'apporter leurs viandes coupées, savoir : les bœufs et les vaches par quartiers, *les poumons attenant à l'un des quartiers de devant ;* les veaux par moitiés ou par quartiers. Ils pourront apporter les moutons entiers ou par quartiers et les agneaux entiers » (art. 1er).

7. *Règlement de l'abattoir de Mirande (Gers), 1er septembre 1874.*

Article 11, comme l'article 15 de Tarbes 1869, nº 3, avec les modifications indiquées en lettres italiques à la partie de phrase suivante : « d'un certificat du maire de leur origine ou *d'un vétérinaire diplômé*, constatant l'état de santé des animaux ».

8. *Règlement des viandes foraines. Nice (Alpes-Maritimes), 14 décembres 1876.*

Une somme de 50 centimes par kilogramme est consignée à l'entrée des viandes foraines ; elle est restituée moins les droits ordinaires, sur le vu du passe-debout déchargé après l'inspection (art. 2 et 8). — Ces viandes sont présentées à la visite : « les bœufs et les vaches, par quatre quartiers, les viscères — à l'exception des intestins — attenant à l'un des quartiers de devant ; les porcs, moutons, béliers, brebis, *menons*, chèvres, veaux, agneaux et chevreaux, en entier, avec les viscères adhérents » (art. 3). — La présentation en morceaux isolés est tolérée pour les parties suivantes : 1º langue, carré couvert, aloyau (filet, contre-filet) et cuisse de *bœuf* ou *vaché* ; 2º gigot, longe et carré couvert de *mouton* ou *brebis* ; 3º derrière, côtelette couverte et ris de *veau* ; 4º jambon, longe et carré couvert de *porc* (art. 4). — Les viandes traversant seulement la ville consignent le droit de 50 centimes par kilogramme, sans subir d'inspection (art. 9). — Les introductions des particuliers pour consommation personnelle sont dispensées de la visite jusqu'à 3 kilogrammes (art. 10).

9. *Règlement de boucherie de Cannes (Alpes-Maritimes), 22 février 1878.*

Les viandes foraines, autres que celles des particuliers pour consommation personnelle ou celles arrivant par la gare des voyageurs, sont conduites à l'inspection à des heures déterminées après timbrage de l'octroi et paiement des droits (art. 18, 22 et 30). — Les viandes traversant la ville sont dispensées de l'inspection, sous consignation des droits qui sont restitués après décharge du passe-debout (art. 29). — Les articles 24 et 25 prescrivent les mesures des articles 3 et 4 de Nice, 1876, nº 8.

10. *Arrêté sur l'inspection des viandes. Tonnerre (Yonne). 27 février 1880.*

Les jours de marché et de foire, les viandes foraines sont présentées à la halle, à l'inspection, sous les formes suivantes : « les taureaux, bœufs ou vaches coupés par quartiers, les poumons adhérents au quartiers de devant, les autres animaux coupés par moitiés ou par quartiers. Toutefois, pour le mouton, le foie devra être conservé adhérent à une des moitiés ou à l'un des quartiers » (art. 10 et 11).

11. *Règlement d'inspection des viandes. Saint-Étienne (Loire), 16 mai 1881* (1).

A l'exception du sang des bestiaux (art. 4), il est permis d'introduire les comestibles forains suivants : 1° viandes mortes de taureau, bœuf, vache, veau, mouton, agneau, *chèvre*, chevreau, porc ; 2° préparations de charcuterie ; 8° *abats, issues et débris utilisés pour la triperie* ; 4° viandes de conserve et extraits de viande de toute nature (art. 3). — Les introducteurs doivent avoir, pour l'exercice de ce commerce, une autorisation de la mairie, *ne pouvant être prêtée ni cédée sous peine de retrait immédiat*, et la présenter à toute réquisition des services de police, inspection et octroi (art. 1 et 2). — Les animaux entiers sont présentés, « les taureaux, bœufs ou vaches coupés par quartiers, les poumons adhérents à l'un des quartiers de devant, les autres animaux coupés par moitiés ou entiers » (art. 8). — *Après timbrage des chairs fraîches à l'entrée par l'octroi*, les viandes foraines sont conduites à l'inspection avec un bulletin d'octroi mentionnant les nom, prénoms et adresse de l'introducteur, *l'heure d'entrée*, la nature et le poids des viandes, le nombre des animaux entiers ou des quartiers (art. 6). — Celles en tonneaux ou en caisses fermées : salaisons, extraits et conserves, arrivant par voie ferrée, sont vérifiées en gare (art. 10). Celles destinées à l'usage personnel sont dispensées de l'inspection : 1° jusqu'à 10 kilogrammes ; 2° au-dessus de 10 kilogrammes, avec une autorisation du service d'inspection, sur attestation de la mairie que l'introducteur ne fait pas le commerce de viandes (art. 15). — L'octroi remet à l'inspection un état journalier portant la quantité, la nature *et l'heure d'entrée* des viandes, les noms, prénoms et domiciles des introducteurs (art. 16).

12. *Règlement d'inspection des viandes. Lille (Nord), 14 mai 1881.*

L'inspection est appliquée aux comestibles forains suivants : 1° viandes fraîches de taureau, bœuf, vache, veau, mouton, agneau, chèvre, chevreau, porc ; 2° viandes salées ou fumées ; 3° abats et issues d'animaux (art. 13). — Les introducteurs doivent présenter à toute réquisition de l'octroi ou de l'inspection une autorisation personnelle de la mairie, qui ne peut être ni prêtée ni cédée sous peine de retrait immédiat (art. 12). — Les introductions sont accompagnées d'une déclaration signée et datée de l'expéditeur dûment autorisé. « Les poumons doivent demeurer adhérents à l'animal ; lorsque ce dernier est coupé par quartiers, ces organes doivent rester attachés au quartier de devant » (art. 15). — Les viandes foraines destinées à la ville sont timbrées à l'entrée par l'octroi, puis conduites directement et sans détour à l'inspection des halles centrales, avec escorte, si l'octroi le juge utile (art. 16 et 17). — Celles traversant la ville sont escortées sans inspection (art. 18).

(1) *Règlement d'inspection des viandes. Saint-Étienne (Loire), 16 mai 1880.* Les article 19, 18, 22, *21-24*, 28, 30, reproduisent respectivement les prescriptions des articles 1, 2, 8, *6*, 15, 16, moins les parties italiques. Le § 2 de l'article 15 est remplacé à l'article 28 par la mention : au-dessus de 18 kilogrammes, sur présentation, à l'inspection, d'un certificat dit de profession, où le commissaire de police atteste que l'introducteur n'est ni boucher ni charcutier et que sa viande n'est pas destinée à être revendue. — Estampille : « *viandes foraines* » (art. 26). — Les viandes de charcuterie étrangères ou américaines sont dispensées momentanément de l'inspection (art. 29).

13. *Règlement d'inspection des viandes. Amiens (Somme).*
a) *5 janvier 1883.* — b) *11 septembre 1891.*

L'inspection à l'abattoir est obligatoire pour les comestibles forains suivants : 1° viandes fraîches de taureau, bœuf, vache, veau, mouton, agneau, chèvre, chevreau, porc ; 2° préparations de charcuterie; 3° abats, issues et débris utilisés par les tripiers (art. 8 et 9). — Les viandes foraines sont présentées : « les taureaux, bœufs ou vaches, coupés par quartiers, les poumons adhérents aux quartiers de devant ; les autres animaux coupés par moitiés ou par quartiers; les poumons devront toujours être présentés » (art. 10). — L'introduction du sang est prohibée (art. 11). — Les viandes entrées par les particuliers pour leur consommation sont dispensées de l'inspection jusqu'à 10 kilogrammes (art. 16).

14. *Règlement de l'abattoir de Beauvais (Oise), 1er août 1883.*

Les viandes foraines sont conduites à l'inspection de l'abattoir, avec un certificat du maire de la commune d'origine ou d'un vétérinaire breveté, constatant la cause de l'abattage des animaux dont elles proviennent et attestant qu'elles peuvent être livrées à la consommation (art. 6).

15. *Règlement de l'abattoir de Grenoble (Isère), 10 décembre 1883.*

Les viandes foraines sont introduites : les taureaux, bœufs ou vaches coupés par quartiers, les poumons adhérents à l'un des quartiers de devant ; les autres animaux coupés par moitiés ou par quartiers (art. 98). — Elles sont conduites à l'inspection de l'abattoir, *sous escorte de l'octroi,* avec un passe-debout en mentionnant le poids et l'espèce (art. 99).

16. *Règlement de visite des viandes. Morez (Jura) 13 décembre 1883.*

Les viandes foraines ne peuvent être introduites « que par quartiers ayant les poumons et le foie adhérents à l'un des quartiers » (art. 1er).

17. *Règlement d'inspection des viandes. Roubaix (Nord), 18 décembre 1883.*

« Les animaux de l'espèce bovine introduits en ville devront être dépecés par moitiés ou quartiers ; les poumons devront rester attachés, afin qu'il soit facile de constater leur bons états. » (art. 12.) — Les prescriptions des articles 10, 13, *14,* 15 sont semblables à celles des articles 13, 16, *17,* 18 de Lille 1881, n° 12, sauf l'addition du mot « génisse » à l'article 10, sauf l'addition suivante à l'article 14 ; *Les viandes foraines portant le cachet de l'inspection de l'abattoir de Lille et celles pesant jusqu'à 5 kilogrammes sont dispensées de l'inspection.*

18. *Règlement de l'abattoir de Melun (Seine-et-Marne), 1er septembre 1884.*

Les animaux abattus ne peuvent être introduits du dehors qu'accompagnés « du certificat d'un vétérinaire en cas de maladie, ou du maire de la commune en cas d'accident, constatant la cause de l'abatage ». Ils sont présentés à l'inspection de l'abattoir avec les poumons, le foie et la rate adhérents aux quartiers.

Ce règlement contient, en outre, les prescriptions de l'article 13 de Lille 1881, n° 12.

19. *Règlement de l'abattoir de Rive-de-Gier (Loire), 1er novembre 1884.*

L'inspection de l'abattoir est imposée à la charcuterie, au saindoux, aux graisses fondues et aux viandes fraîches provenant du dehors, mais non à un maximum de 3 kilogrammes de chair fraîche et de 5 kilogrammes de viande salée ou fumée, entrées par un particulier non débitant, pour les besoins de son ménage (art. 33). — La viande de bœuf, vache ou taureau n'est admise que par quartiers, « ceux de devant portant chacun la séreuse adhérente aux côtes et le quart du poumon total, les quartiers de derrière ayant la séreuse du ventre et chacun son rognon avec sa couverture intacte » ; « la viande de veau apportée par moitié pesant au moins 10 kilogrammes et munie de son rognon que l'inspecteur pourra inciser, s'il le juge utile, afin de reconnaître l'âge de l'animal » ; « les moutons, agneaux, boucs, chèvres et porcs coupés par moitié » ; « les chevreaux non dépouillés et avec tête... ». (art. 37.) — « Les viandes de porc salées et les issues seront reçues dépecées » (art. 38.)

20. *Règlement de l'abattoir d'Arras (Pas-de-Calais), 5 novembre 1884.*

Les viandes foraines ne sont admises qu'avec des pièces constatant l'identité de l'introducteur et portant sa signature légalisée (art. 92). — Elles entrent : « les taureaux, bœufs et vaches, coupés par quartiers, les poumons adhérents ; les autres animaux coupés par moitiés ou par quartiers ». Celles « présentées sans les poumons sont, par ce fait, suspectes de provenir de bêtes malades ». Les introductions des particuliers pour usage personnel sont dispensées de l'inspection jusqu'à 5 kilogrammes, sauf si l'octroi les suppose destinées à une vente clandestine. (art. 93.) — Après timbrage de chaque morceau à l'entrée, l'octroi escorte gratuitement les viandes à l'abattoir ou les y envoie directement dans le délai d'une heure, après versement d'une caution de 1 fr. 50 c. par kilogrammes. Le passe-debout qui les accompagne donne le poids et la description de chaque pièce, les nom, prénoms et adresse de l'introducteur, la date et l'heure d'entrée. Dans la journée, la caution pécuniaire est remboursée à l'introducteur contre sa signature au bureau d'entrée, sur présentation du passe-debout visé par l'employé d'octroi et le concierge de l'abattoir (art. 94, 95, 96). — « Les viandes foraines une fois entrées en ville ne peuvent en sortir sans avoir été soumises à l'inspection de l'abattoir » (art. 96, 2e alinéa.).

21. *Règlement de l'abattoir d'Auch (Gers), 5 février 1885.*

Les viandes foraines accompagnées d'un certificat légalisé d'un vétérinaire diplômé sont exclusivement soumises à la visite du vétérinaire inspecteur, lequel est seul juge pour en décider l'acceptation (art. 13).

22. *Règlement de l'abattoir de Montpellier (Hérault), 30 mars 1885.*

Les articles 46, 47, 48, 49, 50, 53, 55, 61, 62 reproduisent respectivement les prescriptions précitées des articles 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 15, 16 de Saint-Étienne 1884, n° 11. — Inspection à l'abattoir à des heures déterminées (art. 52).

23. *Règlement de l'abattoir d'Albertville (Savoie), 31 mars 1885.*

Les viandes foraines sont dirigées directement et sans arrêt à l'inspection de l'abattoir, après présentation — à l'entrée de l'octroi — d'un certificat portant que « l'animal n'était atteint d'aucune maladie rendant la viande impropre à la consommation ». Ce certificat émane du vétérinaire de l'abattoir, qui est allé visiter la bête vivante, sur les lieux en dehors du rayon de l'octroi, aux frais de l'introducteur. Il doit être remplacé par un certificat du maire attestant « que l'animal est sain », si celui-ci est abattu dans une autre commune et ne peut être visité par ledit vétérinaire. « Les bœufs, vaches et génisses seront divisés par quartiers ; les porcs, veaux, moutons et chèvres, entiers ou en deux moitiés ; les agneaux et chevreaux entiers » (art. 55).

24. *Règlement d'inspection des viandes. Verdun (Meuse), 27 avril 1885, art. 8 et 9. 3 novembre 1888, art. 9 et 10.*

Les viandes foraines ne sont « introduites que par quartiers et accompagnées des poumons, pour celles provenant des bœufs et des vaches, et par moitiés ou en entier pour les veaux, moutons et agneaux ». Après estampillage de l'octroi, elles sont immédiatement, sans détour ni retard, conduites à l'inspection qui a lieu à des heures déterminées.

25. *Règlement de l'abattoir de Troyes (Aube), 20 août 1885.*

Inspection dés viandes foraines à l'abattoir à des heures déterminées. (art. 8). « Les animaux abattus en dehors de l'abattoir de Troyes, pour cause d'accidents, ne pourront être introduits en ville par fractions. Ils devront être amenés complets avec tous les abats, et accompagnés d'un certificat d'un vétérinaire ou du maire de la commune constatant la cause de l'abatage » (art. 9).

26. *Règlement de l'abattoir de Saint-Claude (Jura), 28 octobre 1885.*

L'inspecteur visite à l'abattoir, à des heures déterminées, les viandes foraines dont « les poumons doivent être adhérents à l'un des quartiers de devant, afin qu'il puisse s'assurer si l'animal était tuberculeux ou non » (art. 17).

27. *Règlement de l'abattoir de Fontainebleau (Seine et-Marne), 5 juin 1886.*

Les viandes foraines sont conduites à l'inspection avec un bulletin d'octroi mentionnant la nature et le poids (art. 8). — Toute viande foraine « d'une qualité douteuse » n'est acceptée que si les poumons, le foie, la rate sont adhérents aux quartiers. Les viandes de premier choix et les morceaux de choix pesant moins de 15 kilogrammes peuvent être présentés après l'enlèvement de ces organes, « mais aux risques et périls des vendeurs » (art. 9).

28. *Règlement d'inspection des viandes. Montauban (Tarn-et Garonne) 22 septembre 1886.*

Les introducteurs de viandes de taureau, bœuf, vache, veau, mouton, agneau, porc et de préparations de charcuterie les conduisent à l'inspection à heures

fixes de l'abattoir, après consignation de 15 francs garantissant les frais d'enfouissement en cas de saisie (art. 18, 19, 21), avec un passe-debout portant les nom, prénoms et adresse de l'introducteur, la nature et le poids des viandes, le nombre des animaux ou quartiers, l'heure d'entrée (art. 20). — A chaque entrée, ils présentent à *l'octroi et à l'inspection* une autorisation personnelle émanant de la mairie, incessible et ne pouvant être prêtée sous peine de retrait immédiat. (art. 16, 17). — Les viandes fraîches sous forme d'animal entier entrent; les taureaux, bœufs et vaches par quartiers avec adhérence du poumon à un devant et présentation du foie, de la vessie, de la verge; les autres animaux par moitié ou entiers (art. 23). — Les articles 22 et 27 reproduisent respectivement les prescriptions précitées des articles 16 et 15 de Saint-Étienne 1881, n° 11.

29. *Règlement de l'abattoir de Chaumont (Haute-Marne) 15 octobre 1886.*

Les articles 23, 22 et 25 reproduisent respectivement les prescriptions des articles 3 (à l'exception du mot « *chevreau* » et des paragraphes 3 et 4), 4 et 10 de Saint-Etienne 1881, n° 11. — Les viandes fraîches sont présentées à l'inspection par quartiers avec poumons adhérents (art. 24).

30. *Règlement de l'abattoir de Château-Thierry (Aisne), 20 janvier 1887.*

Les articles 9, 10, 11, 18 reproduisent respectivement les prescriptions des articles 19, 20, 21, 31 de Lyon 1884 (1). — Les viandes foraines sont inspectées le jour même ou le lendemain de l'entrées au domicile du vétérinaire inspecteur (art. 13). — Le préposé de l'abattoir les visite, *si elles sont introduites avec les issues* et par un boucher muni d'une autorisation spéciale (art. 20).

31. *Règlement de l'abattoir de Pontarlier (Doubs), 6 mai 1887.*

Les viandes foraines sont présentées par les bouchers à l'inspection de l'abattoir avec les poumons adhérents à l'un des quartiers de devant, afin qu'on puisse « s'assurer si l'animal était ou non tuberculeux » (art. 21).

32. *Règlement des viandes foraines. Hazebrouck (Nord), 21 mai 1887.*

« Les viandes provenant des abattoirs extérieurs devront porter le cachet de ces établissements pour être exposées en vente » (art. 2). — Celles « d'animaux tués au dehors et ne provenant pas des abattoirs » seront soumises à l'inspection vétérinaire à l'abattoir (art. 3).

33. *Règlement des viandes foraines. Fontenay-le-Comte (Vendée), 6 juin 1887.*

Les articles 1, 2-3 sont respectivement semblables aux articles 92 et 93 d'Arras 1884, n° 20. — A l'entrée, les viandes foraines reçoivent une marque parti-

(1) *Règlement d'inspection des viandes, Lyon (Rhône) 28 juillet 1884.* — Les articles 23, 26 et 31 reproduisent respectivement les articles 6 (moins les mots « l'heure d'entrée »), 10 et 15 de Saint-Étienne 1881 — Les viandes foraines destinées à la vente et énumérées à l'article 3 de Saint-Étienne 1881, n° 11, (avec la modification suivante du paragraphe 2 : « Les préparations de charcuterie, à l'exception du sang, des boyaux et des graisses » (art. 21), sont inspectées le jour *ou le lendemain* de l'entrée à des heures et postes déterminés (art. 24). — L'introducteur doit avoir une autorisation personnelle émanant de la municipalité *en une ou plusieurs expéditions,* incessible et ne pouvant être prêtée sous peine de retrait immédiat. Il est tenu, lui ou ses ayants droit, de la présenter à chaque entrée aux agents d'octroi et d'inspection (art. 19, 20). — Les salaisons et conserves destinées à la garnison sont dispensées de l'inspection (art. 22).

culière ou un numéro d'ordre et nécessitent le versement d'une caution de 15 centimes par kilogramme, indépendamment du droit d'octroi. Les introducteurs les conduisent à l'inspection de l'abattoir dans un délai d'une demi-heure, avec un bulletin d'octroi mentionnant leurs nom, prénom et adresses, la date et l'heure de l'introduction et le poids de chaque morceau. Ils sont tenus de faire viser cette pièce par le receveur de l'abattoir et le vétérinaire de cet établissement (art. 4). — La caution pécuniaire leur est remboursée *dans les 24 heures* au bureau d'entrée, en échange de leur signature, sur la production du bulletin dûment régularisé (art. 5).

34. *Règlement de l'abattoir de Rambervillers (Vosges), 11 juin 1887* (1).

« Aucune viande provenant du dehors ne pourra être vendue que si elle porte une marque apposée dans un abattoir, ou si elle est accompagnée d'un certificat délivré par un vétérinaire. Hors ces deux cas, la viande devra être accompagnée d'un certificat d'origine, et les organes internes, surtout les poumons en entier, devront encore être adhérents à l'animal. *Les animaux seront amenés par quartiers et conduits à l'abattoir pour être visités et marqués d'une estampille spéciale* » (art. 8).

35. *Règlement des viandes foraines. Laon (Aisne), 15 juin 1887.*

Les viandes foraines, autres que celles amenées directement aux marchés publics par les bouchers et charcutiers forains, sont transportées directement et en passe-debout à l'inspection de l'abattoir « avec leurs abats principaux : foie, poumon, etc. » (art. 2).

36. *Règlement de boucherie. Bayonne (Basses-Pyrénées), 27 juin 1887.*

Les viandes foraines sont conduites à l'inspection faite à heures fixes. (art. 3, 4, 6). — Celles de bœuf, vache, bouvillon, doivent être accompagnées d'un certificat légalisé à la commune d'origine et où un vétérinaire indique la cause de l'abatage (art. 5).

37. *Règlement de boucherie. Montargis (Loiret), 1er juillet 1887.*

L'article 4 est semblable à l'article 9 de Fontainebleau 1886, nº 27.

38. *Règlement de l'abattoir de Beaune (Côte-d'Or), 1er juillet 1887.*

L'article 6 reproduit l'article 1er de Bordeaux 1874, nº 6, avec l'addition suivante : Les viandes foraines seront accompagnées d'un certificat du maire de la commune d'origine « attestant que les bêtes abattues étaient saines et ne présentaient aucune lésion morbide à l'ouverture de l'animal ».

39. *Règlement de l'abattoir de Dijon (Côte-d'Or) 5 janvier 1888.*

Les articles 33 (2), 35, 37, 1º et 2º, sont respectivement reproduits par les articles 87, 88 (moins la partie italique), 89 (avec l'addition : *inspection le jour de*

(1) *Règlement de l'abattoir de Raon-l'Étape (Vosges) 30 juin 1887.* — L'article 19 reproduit textuellement l'article 8 de Rambervillers 1887, nº 34, moins la dernière phrase en lettres italiques.

(2) Les mots : « qui ne seraient pas renfermés dans des boites scellées » ont été ajoutés après le mot « nature » à l'énumération de l'article 33, par *l'arrêté du 27 février 1888.*

l'entrée et dans le plus court délai, à des heures fixes), de Dijon 1892, nº 73. Tout introducteur doit avoir : 1º un laissez-passer personnel du vétérinaire-inspecteur, qui ne peut être ni prêté ni cédé et qui est présenté à l'octroi à l'entrée des viandes fraîches (art. 32) ; 2º une autorisation de la municipalité pour le porc et le bœuf salés ou fumés, les extraits et conserves de viandes de toute nature qui doivent être inspectés le jour de la livraison à destination (art. 34). — Il reçoit à l'entrée un bulletin d'octroi mentionnant ses nom, prénoms et adresse, la nature et le poids des viandes *ou préparations*, le nombre des animaux ou quartiers (art. 37). — Les introductions pour usage personnel passent sans formalité : 1º jusqu'à 10 kilogrammes ; 2º au-dessus de 10 kilogrammes avec une autorisation du vétérinaire inspecteur, « qui peut exiger de l'introducteur la justification de sa qualité » (art. 41).

40. *Règlement de l'abattoir de Troyes (Aube), 5 avril 1888.*

« Les viandes fraîches amenées de l'extérieur par des personnes faisant commerce de ces viandes, ou introduites pour leur compte, devront être soumises à l'inspection de l'abattoir pour toutes les quantités supérieures à 5 kilogrammes » (art. 11). — Les viandes de boucherie et de charcuterie introduites par des particuliers pour leur usage personnel en quantité inférieure à 10 kilogrammes ne sont pas soumises à l'inspection (art. 12). — « Les animaux abattus en dehors de l'abattoir pour cause d'accidents devront être amenés complets avec tous leurs abats » (art. 13).

41. *Règlement des viandes foraines. Bolbec (Seine-Inférieure), 28 juin 1888.*

Les viandes bovines, ovines et porcines introduites par les bouchers doivent être présentées à l'inspection dans les conditions de l'article 4 du décret du 26 mai 1888, nº I (art. 2.). — Celles amenées les jours de marché, par les bouchers forains n'ayant aucune boutique en ville peuvent être présentées « à l'état de morceaux », contrairement à l'article 2 (art. 3).

42. *Règlement de boucherie. Épinal (Vosges), 5 août 1888.*

Les viandes fraîches de bœuf, vache, taureau, veau, mouton, chèvre et porc (1) sont introduites « par quartiers entiers et accompagnés des issues ». Elles sont immédiatement conduites à l'inspection de l'abattoir, d'où le passe-debout doit retourner avec l'estampille au bureau dans les trois jours (art. 3, 4, 6.) — Les quantités inférieures à 5 kilogrammes sont dispensées de l'inspection, à moins d'avoir pour introducteur ou destinataire un boucher, charcutier, tripier ou marchand de comestibles (art. 7).

43. *Règlement de l'abattoir de Montereau (Seine-et-Marne)* — a) *20 août 1888, art. 23* — b) *11 octobre 1893, art. 27.*

Les viandes foraines ne sont admises qu'avec les viscères ou un certificat d'un vétérinaire constatant leur provenance d'une bête saine.

(1) Le cheval est admis comme viande foraine avec les dispositions du 5 août 1888 par un *arrêté du 3 mars 1896* (art. 1, 2, 3).

44. Règlement de l'abattoir de Carcassonne (Aude), 10 septembre 1888.

Les articles *32-33*, 34, 35 (avec l'addition : *excepté* les saucissons de cheval), 38, 42, reproduisent respectivement, moins les parties italiques, les prescriptions précitées des articles 1, 2, 3, 4, 10, 16 de Saint-Étienne 1881, n° 11. — Les viandes des bouchers forains sont présentées le jour même à l'inspection de l'abattoir, avec les poumons : les taureaux, bœufs et vaches, par quartiers, et les autres animaux, entiers ou par moitié (art. 36). — Les viandes des propriétaires forains sont admises avec un certificat d'un vétérinaire constatant qu'elles sont propres à la consommation, sinon elles sont soumises à l'inspection de l'abattoir. *Les viandes amenées par les particuliers pour leur usage entrent sans formalité jusqu'à 5 kilogrammes* (art. 41).

45. Règlement de l'abattoir de Nîmes (Gard), 31 octobre 1888.

Les articles *62-63*, 64, 65, 66-68, 71, 75, 76, reproduisent respectivement les prescriptions précitées les articles *32-33*, 34, 35, 38, 41 (la partie italique seulement), 42, de Carcassonne 1888, n° 44. — Les viandes fraîches foraines sous forme de bête entière sont présentées à l'inspection : les taureaux, bœufs et vaches, par moitiés, « avec les poumons adhérents à l'un des quartiers de devant » ; les autres animaux, entiers ou par moitiés, « avec les poumons, le foie *et la rate* adhérents à l'une des moitiés »(art. 69).

46. *Règlement de l'abattoir de Sainte-Savine (Aube), 26 décembre 1888.*

Les viandes foraines destinées à la vente sont introduites en quantités non inférieures à un quartier, puis inspectées à l'abattoir à heures fixes (art. 9, 14.) — Les tripiers forains font visiter leurs abats crus (art. 15). — Art. 16 semblable à l'article 13 de Troyes 1888, n° 40.

47. *Règlement d'inspection des viandes. Cannes (Alpes-Maritimes), 12 janvier 1889.*

Les viandes foraines conduites à l'inspection « doivent tenir adhérents les principaux organes de l'animal abattu, tels que poumons, foie, reins, pis, etc. » (art. 3). — Elles seront présentées avec « les quittances, passe-debout, *certificats d'origine* et tous autres documents de nature à faciliter la vérification » (art. 4). — A l'entrée, chaque introducteur consigne à l'octroi une somme ne pouvant dépasser le double des droits, contre un titre lui permettant d'être remboursé au Bureau central aussitôt après la vérification (art. 10).

48. *Règlement de l'abattoir de Roanne (Loire), 31 janvier 1889.*

Les articles *73-74*, 75 (avec l'addition suivante au § 1er : « accidentellement chevreuil, sanglier, etc. »), 77, *78-80*, 82 (avec « 5 kilogrammes » au lieu de 10), reproduisent les prescriptions précitées des articles *19-20*, 21, 23, *24*, 31 de Lyon 1884, n° 30 (*). — Les bêtes entières ou en moitiés sont toujours présentées avec « le poumon adhérent à la poitrine » (art. 76).

49. *Règlement de l'abattoir de Castres (Tarn), 12 mars 1889.*

Toutes les viandes foraines, de quelque nature qu'elles soient, doivent être portées à l'inspection de l'abattoir. Elles sont présentées : « les bœufs, vaches,

taureaux, génisses, par moitiés ou par quartiers », avec le poumon adhérent à une des moitiés dans le premier cas, et à un des quartiers dans le deuxième; « les veaux par moitiés ou par quartiers; les moutons, brebis, entiers avec le poumon adhérent ; les agneaux et les chevreaux entiers; les porcs par moitiés » (art. 44).

50. *Règlement de l'abattoir de Toulouse (Haute-Garonne), 15 mars 1889.*

« Les viandes fraîches doivent être accompagnées de leurs issues : poumon et foie, ou d'un certificat de visite délivré par un vétérinaire. Ce certificat indique l'état sanitaire de l'animal avant et après l'abatage, les lésions qu'il pouvait présenter ; mais, en aucun cas, cet acte n'empiète sur les décisions de l'inspecteur, qui a seul qualité, sous réserve du droit de visite contradictoire stipulé à l'article 15, pour accepter ou refuser les viandes foraines » (art. 22). — Elles sont introduites avec un bulletin d'octroi mentionnant les nom, prénoms et adresse de l'introducteur, la nature et le poids des viandes ou des diverses préparations (art. 23). — Elles sont inspectées le jour même et dans le plus bref délai (art. 24).

51. *Règlement de l'abattoir de Dinan (Côtes-du-Nord), 29 mai 1889, 26 mars 1892 et 14 mars 1895.*

Les viandes foraines sont conduites à l'inspection de l'abattoir avec un passe-debout en mentionnant le poids, après consignation de la taxe de visite fixée à 2 centimes par kilogramme et du droit d'octroi (art. 32, 31). « Cette disposition est applicable aux viandes salées ou fumées, pour lesquelles il n'est pas justifié, par un certificat en due forme, qu'elles ont déjà subi la visite sanitaire à l'abattoir » (art. 30). — « Les bœufs, taureaux, vaches et génisses peuvent être introduits par quartiers ; les veaux, moutons, porcs et chèvres, doivent être entiers. Chaque animal a ses poumons attenants à la paroi thoracique. Toute introduction de viande dépecée est défendue » (art. 33).

52. *Règlement des viandes foraines. Saint-Mihiel (Meuse), 29 juin 1889.*

Aucune viande oraine n'est introduite pour la vente : « 1° si elle n'est revêtue du cachet nominatif d'un vétérinaire pour constatation d'inspection sanitaire au moment de l'abatage ; 2° si les poumons et le foie ne sont restés attachés après la partie importée. Ces organes et viscères ne peuvent être séparés qu'en suite de la visite sanitaire de l'abattoir de Saint-Mihiel. »

53. *Règlement de l'abattoir de Limoges (Haute-Vienne), 7 novembre 1889.*

A l'exception des quantités inférieures à 10 kilos, introduites par les particuliers, les viandes foraines sont conduites à l'inspection de l'abattoir, après consignation des droits d'octroi, avec un passe-debout mentionnant leur nature et leur poids, la partie ou la configuration des morceaux, le point, la date et l'heure d'introduction, le lieu de destination (art. 54, 57). — « Les animaux introduits habillés ou en quartiers... doivent être accompagnés des principaux viscères adhérents : poumon, cœur, foie » (art. 18). — Défense d'introduire des viandes mortes de cheval, âne ou mulet (art. 22.) — « Tout passe-debout qui, du fait de l'introducteur, ne rentrerait pas au bureau d'origine revêtu du visa de

l'inspection sera considéré comme ayant donné lieu à une manœuvre frauduleuse, et sera immédiatement l'objet d'un procès-verbal ; et les marchés pourront être interdits aux contrevenants, sans qu'ils puissent réclamer aucune indemnité à la commune pour l'abonnement courant » (art. 58).

54. *Règlement de l'abattoir d'Auxerre (Yonne), 18 novembre 1889.*

Les viandes foraines fraîches sont introduites au moins par quartiers, avec poumon adhérent à un devant, sauf le bœuf qui entre par morceau de 5 kilogrammes au minimum (art. 66, 68). Celles dépourvues des poumons sont saisies (art. 66). — Les viandes foraines sont conduites directement à l'inspection de l'abattoir faite à heures fixes, avec un passe-debout mentionnant le nombre et le poids total des morceaux (art. 69). — Celles introduites pour la consommation exclusive du destinataire sont dispensées de l'inspection jusqu'à 15 kilogrammes (art. 71).

55. *Règlement de l'abattoir de Narbonne (Aude), 27 décembre 1889.*

Les articles *26*, 27, *28-31*, 29, 30, reproduisent respectivement les prescriptions des articles 18, 19 (moins les mots : *génisses*, *moutons*, *brebis*), *20-23*, 21 (moins les mots en caractères italiques) et 22 de Castelnaudary 1896, n° 96.

56. *Règlement de boucherie. Orthez (Basses-Pyrénées), 9 janvier 1890.*

Les viandes foraines, introduites sans certificat délivré après l'abatage par un vétérinaire du département et prévu par les articles 4, 5, de l'arrêté préfectoral du 1er mars 1889, sont présentées à l'inspection accompagnées : « 1° des poumons en place ou hors du thorax, mais alors attachés naturellement au cou ; 2° du foie, enlevé ou non, mais en portion de 10 centimètres carrés au moins attachée à la paroi abdominale ; 3° de la rate détachée » (art. 13 et 14).

57. *Règlement de l'abattoir de Saintes (Charente-Inférieure), 7 mars 1890.*

L'estampille est refusée à toute viande foraine présentée sans les viscères de l'animal (art. 6).

58. *Règlement de l'abattoir de Chambéry (Savoie), 30 avril 1890.*

Tout boucher, charcutier, tripier, marchand de comestibles, restaurateur, maître d'hôtel, chef d'institution ou d'établissement public, roulier ou conducteur de voitures introduisant commercialement des viandes foraines fraîches, doit présenter au receveur d'octroi : 1° un certificat d'origine et de santé où le maire de la commune atteste qu'il a vu l'animal sur pied et qu'il n'existe aucune maladie contagieuse dans cette localité ; 2° une déclaration du nombre, de l'espèce et du poids total des morceaux de viande et du poids net du sang et des boyaux. Après enregistrement de la date et de la provenance du certificat, après consignation des droits, les viandes sont immédiatement envoyées à l'abattoir avec un passe-debout fixant un délai ; elles y sont inspectées et estampillées : *viandes foraines*, à heures fixes. Les bœufs, vaches et génisses sont divisés en

quartiers ; les porcs en quartiers ou en moitiés ; les veaux, moutons, agneaux, chèvres et chevreaux, entiers ou dans leur peau. — « Le foie, la rate et les poumons doivent toujours être adhérents à l'animal introduit ou à la partie introduite. Dans le cas d'introduction d'un quartier unique, les poumons sont seuls adhérents. » L'introduction des issues n'est autorisée qu'avec la viande admise. « Lorsque, sur l'appel du propriétaire forain, l'inspecteur de l'abattoir a visité sur pied l'animal d'où provient la viande, puis a vérifié sur place après l'abatage le foie, la rate et les poumons, l'introduction peut s'effectuer en quartiers sans adhérence du foie et des poumons, seulement avec un certificat de l'inspecteur précité. Les personnes étrangères à la boucherie entrent sans inspection 5 kilogrammes de viande fraîche ou un chevreau non destinés à la vente (art. 53). Les viandes foraines traversant la ville sont présentées au bureau de sortie dans le même état qu'au bureau d'entrée qui a procédé à la consignation des droits et à la remise d'un passe-debout énonçant l'espèce, le nombre et le poids des morceaux (art. 54).

59. *Règlement des viandes foraines. Blois (Loir-et-Cher), 22 mai 1890.*

Les viandes foraines destinées à la vente sont immédiatement conduites à l'abattoir, où elles sont visitées à heures fixes par le service d'inspection qui vise le passe-debout mentionnant la quantité (art. 1 et 3). — Les quartiers de viande doivent toujours être présentés avec les abats ou issues adhérents (1), c'est-à-dire les poumons, foies, rates, etc., des animaux abattus qui constituent les viscères (art. 2).

60. *Règlement de l'abattoir de Vienne (Isère), 4 octobre 1890* (2).

Sauf un maximum de 3 kilogrammes entré par des consommateurs, les viandes foraines sont soumises aux mesures suivantes (art. 87). — Les introducteurs doivent avoir une autorisation personnelle de la municipalité ne pouvant être ni prêtée, ni cédée sous peine de retrait immédiat (art. 83). — Ils ont à produire en outre : 1° un certificat du maire de la commune où ont été abattus les animaux introduits entiers, par quartiers ou dépecés, et constatant qu'il ne règne pas d'épizootie dans cette localité ; 2° un certificat d'un vétérinaire attestant que les bestiaux étaient sains au moment de l'abatage (art. 86). — « Les bestiaux introduits entiers ou par quartiers doivent, en outre, être pourvus de toutes leurs issues *adhérentes à l'un des quartiers de devant* (art. 88). — Avec un passe-debout indiquant le nombre et le poids des morceaux préalablement timbrés par l'octroi à l'entrée, les viandes foraines sont *immédiatement et directement* conduites *sous escorte* à l'inspection qui a lieu à l'abattoir à heures fixes (art. 89 et 90). — Le passe-debout n'est déchargé que lorsqu'il a été rapporté au receveur par l'employé d'escorte, après l'application de l'estampille : « viande foraine » (art. 89 et 91).

(1) *Règlement de l'abattoir de Blois (Loir-et-Cher), 7 novembre 1871.* — Les viandes foraines introduites par les bouchers, charcutiers, tripiers et autres doivent être conduites à l'abattoir, « avec les abats (issues) qui peuvent en dépendre, pour que le tout soit visité par l'inspecteur » (art. 12.)

(2) Les prescriptions des articles 86, 87, 88, 89, 90, moins les parties italiques sont respectivement la reproduction textuelle de celles des articles 1, 2, 3 du Règlement des viandes foraines de Vienne (Isère), du 10 mai 1879.

61. *Règlement de l'abattoir de Wassy (Haute-Marne) 25 novembre 1890.*

Les articles 14, 15, 16, 17, 18, 19 sont respectivement la reproduction des articles 20, 21, 22, 23, 24, 25 de Chaumont (Haute-Marne), 1886, n° 29.

62. *Règlement des viandes foraines. Rouen (Seine-Inférieure), 8 décembre 1890.*

Les viandes foraines sont présentées à l'inspection : 1° celles de bœuf, vache, taureau, veau et porc avec le foie et le poumon, celui-ci attaché naturellement aux côtes ; celles de mouton et chèvre avec la rate adhérant naturellement aux parties correspondantes (art. 1er). — Les morceaux de choix : filets, aloyaux, cuissots, langues pour le bœuf et le veau, les jambons et les filets pour le porc, les gigots et les carrés pour le mouton, peuvent être admis à l'état de pièces détachées (art. 2). — Les parois de la poitrine et de l'abdomen doivent être présentées intactes, sans aucune trace de raclage ou de grattage (art. 3). — Les viandes refusées, faute de se trouver dans lesdites conditions, devront sortir dans le plus bref délai, sauf en cas d'insalubrité entraînant la saisie immédiate (art. 4).

63. *Règlement de boucherie. Valence (Drôme), 15 décembre 1890.*

« Pour que la vérification (des viandes foraines) puisse avoir lieu d'une façon efficace », les animaux seront transportés directement à l'inspection « avec les poumons et les foies adhérents. Si les animaux sont partagés en deux, les deux parties devront avoir entre elles un point d'attache, afin que le vérificateur soit certain que les quartiers appartiennent au même animal...» (art. 1er).

64. *Règlement de l'abattoir de Joigny (Yonne), 10 mars 1891.*

L'article 2 est la reproduction de l'article 1er de Bordeaux 1874, n° 6.

65. *Règlement de l'abattoir de Vertus (Marne), 19 juin 1891.*

Sauf un maximum de 5 kilogrammes introduit par les particuliers pour leur usage personnel, les viandes foraines fraîches subissent l'inspection (art. 41). — Elles doivent, sous peine de refus : 1° « porter la marque de l'abattoir où elles ont été abattues ou être accompagnées d'un certificat délivré par un vétérinaire, constatant qu'elles sont bonnes pour la consommation et qu'elles proviennent d'un animal visité avant *ou* après l'abatage » ; 2° être présentées à l'inspection « par quartiers entiers, les viscères adhérents (poumons, cœur, foie, rate et reins), la face interne du ventre et des côtes non grattée...». « L'absence de tout ou partie de la plèvre et du péritoine entraîne de droit la saisie » (art. 1er).

66. *Règlement de l'abattoir de Bourges (Cher), 15 mai 1891.*

Après timbrage de l'octroi, les viandes et abats introduits pour la vente sont conduits à l'inspection de l'abattoir avec un passe-debout mentionnant leur poids, le nombre des quartiers et morceaux par espèce, le nombre des abats, (art. 88, 89). — Les viandes foraines ne sont admises qu'avec adhérence des poumon, foie et rate à un quartier de devant. Elles doivent aussi être accom-

pagnées d'un certificat de vétérinaire ou du maire de la commune d'origine, si le boucher ou charcutier forain n'a pas fait à la mairie sa déclaration de vendeur à Bourges (art. 90, 91). — Les quantités inférieures à 10 kilogrammes introduites pour l'usage des particuliers par eux-mêmes *ou par leurs mandataires : voituriers ou messagers*, sont dispensées de l'inspection (art. 96). — Les viandes en transit traversent la ville sous escorte (art. 97).

67. *Règlement de l'abattoir du Havre (Seine-Inférieure), 25 juin 1891.*

Les articles *137-138*, 139, 143 (2e al.), reproduisent, moins les parties en lettres italiques, les articles *87* (§§ 1, 2 et 3), 88 (avec l'addition : *Si le service l'exige,* après les mots : *Devront être accompagnées)*, 89, de Dijon 1892, n° 73. — Le poumon doit adhérer aux bêtes entières *ou à un devant des animaux en quartiers* (art. 140). — Les viandes foraines sont conduites à l'inspection de l'abattoir immédiatement et sans arrêt, avec un bulletin d'octroi indiquant la nature, le nombre des morceaux, le poids, l'heure d'entrée des viandes, le nom, l'adresse de l'introducteur et du destinataire (art. 141, 143, § 1). — Un état de l'octroi indiquant le numéro des bulletins, l'identité des introducteurs *et des destinataires*, la quantité, la nature *et l'heure d'entrée* des viandes servira chaque jour de contrôle au service d'inspection (art. 144). — Les quantités s'élevant à 3 kilogrammes sont dispensées de l'inspection (art. 146).

68. *Règlement de l'abattoir de Pamiers (Ariège), 12 août 1891.*

Les animaux abattus au dehors seront soumis à l'inspection « par quartiers avec les viscères adhérents (cœur, poumon, foie, rate, vessie) » et avec « un certificat détaillé d'un vétérinaire constatant les motifs de l'abatage ». « Dans aucun cas, ils ne seront débités dans les boucheries » ; ils ne pourront être vendus « que sur l'autorisation et les indications du maire et dans un local préalablement désigné par lui » (art. 6).

69. *Règlement de l'abattoir de Mourmelon-le-Grand (Marne), 14 octobre 1891.*

Les viandes foraines sont présentées « par quartiers entiers, les plèvres et le péritoine non grattés » (art. 6).

70. *Règlement d'inspection des viandes. Joinville (Haute-Marne), 14 novembre 1891.*

Les viandes foraines sont introduites « par quartiers accompagnés des poumons pour celles des bœufs et des vaches, par moitié ou en entier pour les porcs, veaux, moutons, agneaux et chevreaux ». Elles sont immédiatement transportées à l'abattoir en passe-debout, sous escorte d'octroi, sans détour ni retard, pour y être inspectées et estampillées (art. 9), à heures fixes (art. 7).

71. *Règlement d'inspection des viandes. Roubaix (Nord), 11 décembre 1891.*

Une autorisation personnelle délivrée à la mairie après avis du vétérinaire inspecteur et du directeur de l'octroi, ne pouvant être ni prêtée ni cédée sous peine de retrait immédiat, doit être présentée à toute réquision des agents d'ins-

pection et d'octroi (art. 13), par tout introducteur de viandes foraines énumérées aux articles 13 de Lille 1881, n° 12, et 10 de Roubaix 1883, n° 17 art. 14). — Défense d'introduire : *a)* du boudin ; *b)* toute charcuterie fraîche, coupée ou hachée, cuite ou crue, telle que pâtés frais, saucisses, hachis, à l'exception de la charcuterie de *conserve* et des andouillettes dont l'introduction demeure autorisée (art. 15, § 5). — L'article 16 reproduit la prescription de l'article 4 du décret du 26 mai 1888, n° I, avec cette addition : Les viandes ovines et caprines sont admises en pièces isolées. L'inspection n'est pas appliquée : *a)* aux viandes traversant la ville sous escorte ; *b)* aux morceaux de 4 kilogrammes au plus introduits par les particuliers pour leur usage. — Après estampillage et timbrage de l'octroi à l'entrée, les viandes foraines sont envoyées directement et sans détour à l'inspection des halles ou de l'abattoir, avec escorte si l'octroi le juge utile (art. 17). — Les viandes foraines non saisies, auxquelles l'estampille est refusée sont refoulées, hors de la ville sous escorte (art. 20) (1).

72. *Règlement d'inspection des viandes. Rives (Isère), 1er janvier 1892.*

Les viandes fraîches de bœuf, taureau, vache, veau, mouton, agneau, chèvre, chevreau, porc et les préparations de charcuterie de provenance extérieure peuvent être introduites, sauf toutefois en cas d'épizootie, à l'exception du sang, des boyaux et des graisses (art. 7). — Elles sont inspectées chez les introducteurs et seulement de jour (art. 8). — Les viandes fraîches sont amenées par quartiers, le poumon, la plèvre, le foie, la rate demeurés intacts et adhérents à l'un des quartiers, sous peine de refus, en cas d'enlèvement de l'un de ces viscères (art. 10.)

73. *Règlement de l'abattoir de Dijon (Côte-d'Or), 16 avril 1892.*

L'inspection de l'abattoir est appliquée aux viandes foraines comprenant : 1° les viandes mortes de taureau, bœuf, vache, veau, mouton, agneau, chèvre, chevreau, porc, porcelet ; 2° les préparations de charcuterie, saucissons, jambons, boudins, etc., *à l'exception du sang, des boyaux et des graisses servant à un usage industriel* ; 3° les abats, issues et débris utilisés par la triperie, tels que : poumons, foies, panses, pieds, etc. ; 4° les viandes de conserve, les salaisons et les extraits de viandes de toute nature (art. 87). — « Les viandes fraîches devront être accompagnées d'un certificat de visite délivré par un vétérinaire. Ce certificat indiquera l'état sanitaire de l'animal avant et après l'abatage et ne pourra, en aucun cas, empiéter sur les décisions de l'inspecteur, qui seul est chargé de l'application du présent règlement en ce qui concerne l'acceptation ou le refus des viandes foraines. *Les viandes représentant des animaux entiers avec poumons adhérents sont dispensés de cette formalité* » (art. 88). — Les viandes foraines destinées à la vente sont conduites à l'abattoir avec un laissez-passer (art. 82), mentionnant l'espèce, la nature (état frais, salé, fumé ou de conserve) de la marchandise et autant que possible le nombre des quartiers (art. 83), excepté celles destinées aux particuliers pour leur consommation, sous peine de

(1) Le *Règlement d'inspection des viandes de Roubaix du 23 octobre 1894* reproduit, dans ses articles 13, 14, 16, 17, 20, les dispositions des articles ci-dessus correspondants, en ajoutant l'admission des viandes foraines, chevalines, mulassières et asines dans les conditions de l'article 16 pour les chairs bovines et porcines (art. 16). Le paragraphe 5 de l'article 15 y est supprimé.

poursuites contre les personnes qui, dans le but de les soustraire à l'inspection, serviraient d'intermédiaires entre l'introducteur et le boucher, charcutier ou marchand de comestibles (art. 85). — Les viandes foraines salées, fumées ou de conserve destinées à la vente sont inspectées au domicile du destinataire qui doit envoyer à l'abattoir, dans le plus bref délai, le laissez-passer délivré par l'octroi à l'entrée (art. 86). — Les viandes foraines fraîches reçoivent une estampille spéciale les indiquant clairement au public et les distinguant de celles qui sont préparées à l'abattoir (art. 89). — L'octroi remettra chaque semaine à l'inspection un état des introductions de viandes (art. 84).

74. *Règlement de l'abattoir de Vitry-le-François (Marne), 15 mars 1893.*

Les viandes, issues et abats forains de taureau, bœuf, vache, veau, mouton, chèvre, chevreau, porc sont amenés par quartiers ou morceaux d'au moins 15 kilogrammes, avec « les plèvres et péritoine non grattés, encore adhérents si les morceaux le comportent ». Ils sont conduits à l'inspection avec un passe-debout mentionnant les nom, prénoms et adresse de l'introducteur, l'heure d'introduction, la nature et le poids des viandes, le nombre des animaux, quartiers ou morceaux (art. 54, 55, 56, 57, 59). — Les quantités inférieures à 5 kilogrammes ne sont pas inspectées, à moins que l'introducteur ou le destinataire ne soit boucher, charcutier, tripier, marchand de comestibles (art. 63) ou que la visite ne soit jugée nécessaire par les agents ou l'inspection (art. 64).

75. *Règlement de l'abattoir de Bourges (Cher), 14 juillet 1893.*

Les introducteurs de viandes foraines présentent à chaque entrée, à l'octroi et à l'inspection, une autorisation personnelle de la mairie qui ne peut être prêtée ni cédée sous peine de retrait immédiat (art. 88-89). — Les articles 90, 93, 99, 100 reproduisent respectivement les prescriptions précitées des articles 21 de Lyon 1884, n° 30 (*), 89 de Dijon 1892, n° 73, 96 (moins la partie en italique), et 97 de Bourges 1891, n° 66. — Les viandes sont aussitôt conduites à l'inspection de l'abattoir, avec un passe-debout mentionnant les nom, prénoms, adresse de l'introducteur, la nature, le poids, le nombre des animaux entiers ou quartiers (art. 91, 92). — Elles sont présentées : celles de bœuf, vache, taureau en moitiés ou quartiers, le poumon attenant naturellement à un devant ; les autres animaux, entiers ou en moitiés. En cas de non adhérence du poumon, elles sont accompagnées d'un certificat de visite vétérinaire avant et après abatage dans les conditions de l'article 88 de Dijon 1892, n° 73 (art. 94). — Les parois de la poitrine et de l'abdomen doivent être sans trace de raclage ou grattage (art. 95).

76. *Règlement d'inspection des viandes. Agen (Lot-et-Garonne), 20 juillet 1893.*

Les articles 3, 7, 12 reproduisent respectivement : le 12 de Lille 1881, n° 12; le 37 de Dijon 1888, n° 39, moins les deux mots italiques, avec l'addition : *Les viandes foraines entrent « par quartier entier, les plèvre et péritoine non grattés, les viscères adhérents »* ; le 7 d'Épinal 1888, n° 42. — Les viandes sont immédiatement conduites à l'inspection où l'heure d'arrivée est enregistrée (art. 8, 9, 13). — L'octroi signale chaque jour à l'inspecteur les quantités entrées et les introducteurs (art. 11).

77. *Règlement des abattoirs de Calais (Pas-de-Calais), 20 juillet 1893.*

L'article 43 reproduit l'article 93 d'Arras 1884, n° 20, avec dispense d'inspection semblable portant sur 3 kilogrammes de viande fraîche et 5 kilogrammes de salé ou fumé. — Après timbrage *d'introduction* sur chaque morceau, les viandes foraines sont conduites à l'inspection en passe-debout, dans le plus bref délai (art. 44, 45). — Défense de vendre la viande de cheval provenant du dehors (art. 50).

78. *Règlement d'inspection des viandes, Langres (Haute-Marne), 24 janvier 1894.*

Les articles 16, 17, 18 reproduisent respectivement les prescriptions précitées des articles 1, 2, 3 de Saint-Étienne 1881, n° 11, moins les mots : *chèvre* et les paragraphes 3, 4 de l'article 3. — Les viandes foraines entrent avec les poumons, le cœur, le foie et les poumons adhérents, celles des bœufs ou vaches par quartier au moins, celles des veaux, moutons, agneaux et porcs par moitié ou en entier (art. 19).

79. *Règlement de l'abattoir de Melun (Seine-et-Marne), 31 janvier 1894.*

Les articles 73, 74, 75, 76, 78 reproduisent respectivement les prescriptions précitées des articles 137, 138, *139-140*, 144, 146 du Havre 1891, n° 67, moins les parties italiques des articles *140* et 144.

80. *Règlement des viandes foraines. Cherbourg (Manche), 13 mars 1894.*

Les viandes foraines sont introduites : 1° celles de bœuf, vache, taureau, veau, porc, accompagnées du foie, avec le poumon, naturellement adhérent à un quartier antérieur, même présenté isolément ; 2° celles de mouton, *chèvre*, avec la rate naturellement adhérente aux parties correspondantes ; 3° celles de cheval, mulet ou âne, en « bête entière ou en quatre quartiers, les poumons adhérents à l'un des quartiers de devant et les sabots attenant aux membres correspondants..., avec un certificat d'un vétérinaire constatant que l'animal n'est pas mort de maladie, mais a été tué et saigné à la suite d'accident » (art. 1). — Les articles 2, 3 et 5 reproduisent respectivement les articles 2, 3, 5 de Rouen 1890, n° 62, avec l'addition suivante à la fin de l'article 3 : « *Sous peine de saisie rigoureuse* », avec la modification suivante : « *Sous le contrôle de la police*, sauf toutefois le cas où, *de visu*, l'état *notoire* d'insalubrité entraînerait la saisie » (art. 5).

81. *Règlement de l'abattoir de Dax (Landes). Art. 13* — a) *1er avril 1889*, b) *11 juin 1894.*

Toute viande foraine est introduite : 1° avec un certificat d'un vétérinaire daté et légalisé à la commune d'origine ; 2° avec les viscères adhérents aux quartiers lesquels sont revêtus du timbre dudit vétérinaire. Elle est immédiatement conduite à l'abattoir, où elle est inspectée après présentation dudit certificat. Ce document mentionne : 1° les noms et domiciles du vendeur et de l'acheteur ; 2° l'état sanitaire et la qualité de l'animal ; 3° l'espèce, le sexe, l'âge et l'origine de ce dernier, La viande est confisquée au profit de l'hospice, si elle ne correspond pas aux indications de la troisième mention.

82. *Règlement des viandes foraines de Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 26 juillet 1894.*

Les viandes foraines (de boucherie et de charcuterie, art. 7) ne sont admises que « par pièces entières comprenant tout l'animal ou divisées en deux moitiés égales en suivant la colonne vertébrale, les poumons et le cœur restant attachés aux côtes ». Toutefois, « les viandes portant une estampille de vérification pourront être introduites par morceaux ; mais les unes et les autres devront, avant d'être mises en vente, être soumises à l'examen de l'inspecteur vétérinaire » (art. 1er).

83. *Règlement de l'abattoir de Troyes (Aube), 29 décembre 1894.*

Les articles 86 et 87 reproduisent les articles 87 et 88 de Dijon 1892, n° 73, moins les parties italiques, avec l'addition suivante : « Les viandes représentant des animaux entiers avec poumons adhérents, *plèvre et péritoine intacts*, seront dispensées du certificat vétérinaire, *ainsi que les viandes de porc amenées par quartier* » (art. 87). — Après pesage, consignation des droits et timbrage de l'octroi à l'entrée, les viandes foraines sont, immédiatement, directement et sans arrêt, conduites sous escorte à l'inspection à heures fixes de l'abattoir (art. 82 et 83). — « Une fois entrées en ville, elles ne peuvent plus en sortir sans avoir été présentées à l'inspection » (art. 88). — « Les viandes réintroduites à Troyes, alors même qu'elles seraient encore revêtues de l'estampille de l'abattoir, seront de nouveau soumises à l'inspection (art. 89). — Un maximum de 10 kilogrammes de charcuterie ou de viande de boucherie (agneaux et chevreaux exceptés), et de 20 kilogrammes de porc frais, salé ou fumé, peut sans inspection être introduit par les habitants de Troyes pour leur usage personnel, sans pouvoir être déposé chez les charcutiers afin d'y subir une préparation quelconque au compte des introducteurs. Si l'octroi suppose que cette introduction est destinée à une vente clandestine ou que les introducteurs sont bouchers, charcutiers, épiciers, marchands de comestibles habitant la ville ou la campagne, il doit l'envoyer à l'inspection (art. 90).

84. *Règlement des viandes foraines. Douai (Nord), 24 janvier 1895.*

Toute bête bovine, ovine ou porcine introduite abattue, doit être présentée à l'inspection de l'abattoir, avec une déclaration écrite du vétérinaire traitant, indiquant le nom et le domicile du propriétaire, l'affection dont l'animal était atteint et la médication employée, notamment en ce qui concerne l'usage des agents toxiques. La rate et les poumons doivent lui adhérer naturellement sauf en cas de péripneumonie contagieuse, où l'enfouissement réglementaire de « la partie malade du poumon » sera certifié dans une déclaration écrite du vétérinaire délégué de la préfecture ; « les parois de la poitrine et du ventre seront, dans tous les cas, conservées intactes, sans aucune trace de raclage ou de grattage » (art. 1er et 2). — L'inspection a lieu sans certificat de provenance pour les viandes foraines « *absolument de première qualité* », introduites sous forme de « quartiers ou parties de bêtes, tels qu'aloyaux, cuisseaux » (art. 3).

85. *Règlement de l'abattoir de Mont-de-Marsan (Landes), 4 avril 1895.*

Les viandes foraines destinées à la vente sont introduites au moins en quartiers, sur présentation d'un certificat d'un vétérinaire, dont la signature est légalisée par le maire de la commune d'origine attestant que l'animal « était, avant l'abatage, notoirement sain et parfaitement propre à la consommation » (art. 9).

86. *Règlement de l'abattoir de Granville (Manche), 6 avril 1895.*

Les viandes foraines ne peuvent être introduites en « quantités inférieures aux quartiers des animaux » (art. 2). — Cet article 2, en outre, et les articles 14, 18 reproduisent respectivement l'article 2, les paragraphes 1 et 2 (moins le mot « chèvre », de l'article 1er, les articles 3 et 5 de Cherbourg 1894, n° 80).

87. *Règlement des viandes foraines. Bourges (Cher), 1er juin 1895.*

Les viandes de bœuf, vache, taureau, sont introduites avec le poumon « attaché naturellement aux côtes », ou, à défaut, avec l'estampille à date et le certificat de visite d'un vétérinaire. Ce certificat indique l'état sanitaire, *après l'abatage* de l'animal et porte que celui-ci est « bon pour la consommation ». Il ne peut servir contre les décisions de l'inspecteur, qui est seul chargé d'accepter ou de refuser les viandes foraines. Il n'est pas exigé pour les viandes revêtues de l'estampille d'un abattoir régulièrement autorisé et surveillé, où elles ont été travaillées. Toutes les pièces détachées doivent être estampillées (art. 1er).

88. *Règlement de l'abattoir de Valence (Drôme), 4 juillet 1895.*

Les articles 96 et 97 reproduisent respectivement les articles 98 et 99 de Grenoble 1883 n° 15, moins la partie italique de l'article 99.

89. *Règlement de police d'Aix-les-Bains (Savoie), 25 juillet 1895.*

Les viandes foraines sont introduites, les bœufs, vaches, génisses et porcs en quartiers; les veaux, moutons, chèvres et chevreaux, entiers et encore dans leur peau : 1° avec les poumons et le foie adhérents; 2° avec un certificat d'origine et de salubrité où le maire atteste avoir vu l'animal sur pied et déclare l'inexistence de toute maladie contagieuse dans sa commune. Après consignation des droits, elles sont transportées à l'inspection de l'abattoir dans un délai déterminé, avec un passe-debout délivré à l'entrée sur présentation du certificat et ces deux pièces sont déposées en cet établissement. Les viandes foraines peuvent aussi être consommées à Aix, après estampillage de l'inspecteur, si cet agent les a visitées chez le boucher extérieur à la commune et les a reconnues saines (art. 425).

90. *Règlement de boucherie. Antibes (Alpes-Maritimes), 29 août 1895.*

Les viandes et les *articles*, provenant de bestiaux abattus au dehors, sont introduits en ville à condition d'être présentés à l'inspection de l'abattoir de façon à permettre la constatation de l'état des viscères et en particulier des poumons (art. 2 et 3).

91. *Règlement de l'abattoir de Nevers (Nièvre), 30 janvier 1896.*

Les articles 102, 105 et 94 reproduisent respectivement l'article 15 de Saint-Étienne 1881 n° 11, l'article 89 et les paragraphes 1, 2, 3 de l'article 87 de Dijon, janvier 1888, n° 39, moins le mot *chevreau* et les parties italiques dudit article 87. — Les introducteurs de viandes et d'abats forains destinés à la vente doivent présenter, à chaque entrée, une autorisation de la mairie aux agents d'octroi et d'inspection (art. 88, 89). — Après avoir été, par l'octroi, timbrées (viandes) ou plombées en colis fermés (abats), ces marchandises sont accompagnées par un laissez-passer indiquant la date et l'heure d'entrée, la nature de la viande ou des abats, le nombre et le poids total des quartiers, puis présentées à l'inspection de l'abattoir (art. 90, 91, 92), qui a lieu le jour même à des heures fixes (art. 96). — L'octroi remet chaque jour à l'inspection le relevé des introductions (art. 93). — Les viandes fraîches sont amenées en quantités non inférieures aux quartiers de bestiaux (art. 95). — Toute viande foraine en quartiers, non accompagnée des viscères de l'animal avec le poumon adhérent ou suspectée de provenir d'un animal abattu pour cause de maladie, doit être accompagnée d'un certificat du vétérinaire ayant ordonné l'abatage. « Malgré ce certificat, l'inspecteur conserve son droit sur l'état sanitaire de cette viande » (art. 98). — Les introducteurs de viandes fumées, salées ou de conserve, destinées à la vente, ne sont pas tenus de les conduire à l'abattoir. Les viandes suspectes ou de qualités inférieures peuvent être visitées au domicile du destinataire par le vétérinaire inspecteur (art. 103).

92. *Règlement de l'abattoir de Vierzon-Ville (Cher), 15 février 1896.*

Les viandes des bouchers et charcutiers forains sont conduites aussitôt à l'abattoir pour y subir l'inspection et y recevoir le timbre spécial *V. F.* — Les articles 76, 77, 78, *80* reproduisent respectivement les prescriptions précitées des articles 88, 89, 90 de Bourges 1891, n° 66, et de l'article *1er* de Bourges 1895, n° 87, avec l'addition : « Les morceaux invendus le même jour peuvent être remis en vente à condition qu'ils portent l'estampille et que l'état sanitaire soit bon ».

93. *Règlement de l'abattoir de Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme), 28 mars 1896.*

Les viandes foraines destinées à la vente doivent « être de bonne qualité marchande ». Elles sont présentées à l'inspection de l'abattoir, les gros animaux tels que bœufs et vaches : « entiers ou par moitiés, toujours avec le poumon adhérent à la poitrine » (art. 18). — Celles de chevaux, ânes et mulets ne sont introduites « qu'en cas d'accident bien constaté par le vétérinaire inspecteur » (art. 58).

94. *Règlement de l'abattoir de Firminy (Loire), 24 août 1895 et 17 mai 1896.*

Les viandes foraines fraîches sont conduites à l'inspection de l'abattoir (art. 6) : 1° les bœufs, vaches, génisses, taureaux, par quartiers, le poumon attenant; 2° les veaux, porcs, moutons, brebis, par moitiés, foie et poumons attenants pour les moutons et brebis; 3° les agneaux, chèvres et chevreaux, par bête entière (art. 7).

95. *Règlement de l'abattoir de Gap (Hautes-Alpes), 12 juin 1896.*

Les bouchers, charcutiers, tripiers, marchands de comestibles, restaurateurs, maîtres d'hôtels, chefs d'institutions et d'établissements publics, rouliers et conducteurs de voitures, ne peuvent introduire aucune quantité de viande fraîche « sans la conduire à l'inspection de l'abattoir dans le plus bref délai, après consignation des droits, aucun passe-debout indiquant l'espèce, le nombre et le poids des morceaux. La dispense de l'inspection est accordée pour 2kg,500 de viande fraîche introduits par des personnes non commerçantes en viandes fraîches (art. 25).

96. *Règlement d'inspection des viandes. Castelnaudary (Aude), 10 septembre 1896.*

Les articles *18*, 19, *20-23* et *22* reproduisent respectivement les prescriptions des artic'es *19-20* de Lyon 1884, n° 30 (*), des articles 33 (avec addition des mots: *génisse*, *brebis*), *37*, *1°* et *37*, *2°* de Dijon janvier et février 1888, n° 39. — « Les viandes fraîches sont apportées à l'inspection : les bœufs, vaches et *génisses* par quartiers, les poumons *et le foie* attenant à l'un des quartiers de devant; les veaux, moutons et porcs par moitiés ou quartiers, les agneaux et les chevreaux entiers, les organes internes toujours adhérents » (art. 21).

97. *Règlement de l'abattoir de Salins (Jura), 25 novembre 1896.*

Les viandes foraines sont conduites directement à l'inspection de l'abattoir « avec les organes adhérents : cœur, poumon, foie » (art. 11). — « ... Il est absolument interdit au vétérinaire d'examiner la viande d'un animal dont le cœur, les poumons et le foie ne sont pas adhérents. La séparation de ces organes entraîne le rejet absolu des viandes foraines... »

98. *Règlement des viandes foraines. Angers (Maine-et-Loire), 1er mars 1897.*

Les denrées suivantes sont inspectées après introduction: 1° viande de taureau, bœuf, vache, veau, mouton, agneau, chevreau (à l'exclusion d'autre viande caprine), porc et porcelet, sans trace de grattage, épluchage ou autre manœuvre dolosive; 2° préparations de charcuterie: saucissons, jambons, salaisons, boudins, etc., la graisse exceptée; 3° les abats, issues et débris utilisés par la triperie: poumons, foies, panses, pieds, etc.; 4° conserves et extraits de viande de toute nature; 5° sang d'animal certifié en bonne santé de son vivant (art. 1er). — Les viandes bovines et porcines sont fendues, avec adhésion du poumon à l'une des moitiés. Le foie, la rate et le poumon sont présentés « quand le poids de la viande dépasse celui de la moitié de la bête entière »; les veaux et les porcs, même par moitié, doivent avoir la tête adhérente (art. 2). — Sauf les introductions des particuliers non supérieures à 5 kilogrammes, les viandes sont conduites à l'inspection à heures fixes de l'abattoir, dans un délai de une à deux heures selon les distances, avec une marque de l'octroi sur chaque morceau, avec un laissez-passer indiquant les nom, prénoms et adresse de l'introducteur, l'heure du passage, la nature et le poids des viandes (art. 3, 6, 12). — Les viandes, sans lésion bien précise, mais paraissant douteuses au point de vue de l'engraissement ou de la valeur alimentaire, et celles offrant des traces de grattage ou de soustraction sont refoulées hors de la ville dans un délai fixé (art. 19). — L'octroi remet journellement à l'inspection un état de

contrôle des entrées et sorties avec le numéro d'expédition, le poids, l'heure de passage, l'identité de l'introducteur (art. 22).

99. *Règlement du service sanitaire vétérinaire. Saint-Étienne (Loire), 10 mars 1897.*

Les articles *169*, 170, *172-173*, 175, 181, 182, 185 reproduisent respectivement les prescriptions précitées des articles *19-20* (moins la partie italique) et 21 de Lyon 1884, n° 30(*), les articles *6*, 10, 8, 15, 16 de Saint-Étienne 1881, n° 11. — Les viandes foraines de taureau, bœuf et vache ne sont introduites que revêtues d'une estampille et accompagnées d'un certificat sanitaire vétérinaire en règle destiné au bureau d'inspection. « L'introduction du sang frais ou cuit pour la consommation est interdite » (art. 171). — Les viandes salées et de conserve destinées à l'approvisionnement de l'armée peuvent être soumises à l'inspection (art. 177).

100. *Règlement de l'abattoir de Caen (Calvados), 1er août 1897.*

Les introducteurs de viandes et issues foraines remettent à l'octroi un bordereau portant les noms, adresses des expéditeurs et des destinataires, les quantités par destinataire (art. 77). — Un certificat de visite vétérinaire peut être exigé pour ces marchandises (art. 78). — Les chevaux, ânes et mulets, « abattus à l'extérieur, à la suite d'accidents », sont introduits à condition : « 1° que l'accident soit attesté par le procès-verbal d'un vétérinaire; 2° que la bête soit introduite entière ou par quartiers, les poumons et les sabots attenant aux quartiers correspondants » (art. 80). — Les articles 79, *76-81*, 83 reproduisent les prescriptions précitées des articles 140, 141-143, 144 du Havre 1891, n° 67, avec l'addition : *les quantités inférieures à 6 kilogrammes destinées à l'usage de la maison des particuliers ne sont pas emportées* (art. 76), moins les mots : *sans arrêt* (art 81).

101. *Règlement de l'abattoir d'Annecy (Haute-Savoie), 15 novembre 1897* (1).

Après consignation des droits, les viandes foraines sont directement conduites à l'inspection à heures fixes de l'abattoir, sans détour ni retard, avec un passe-debout indiquant le poids. Elles sont présentées : « 1° les bœufs, taureaux, vaches et génisses, par quartiers, les poumons attenant à l'un des quartiers de devant et les séreuses attenant aux quartiers de derrière; 2° les moutons et les agneaux entiers, avec les poumons et la rate. L'introduction des issues n'est autorisée qu'en même temps que la viande admise » (art. 52). — Application de l'estampille : « viandes foraines » (art. 46, 47, 48, 52). — Les personnes autres que les bouchers peuvent entrer sans inspection : un chevreau entier ou 3 kilogrammes de viande fraîche, mais non pour la vente (art. 51, 53). — Tout propriétaire *de la commune qui, spécialement autorisé,* a, sur place, fait visiter par l'inspecteur de l'abattoir un animal vivant, puis abattu, peut, avec un certificat de cette visite délivré après examen des poumon, foie et rate, con-

(1) *Règlement des viandes foraines. Annecy (Haute-Savoie), 28 septembre 1881.* Les viandes foraines sont introduites avec un certificat du maire du lieu de provenance. Après consignation des droits, elles sont conduites à l'inspection avec un passe-debout qui indique le poids et qui est visé à l'abattoir après l'estampillage (art. 1er). — « La rate et les poumons doivent toujours être adhérents aux animaux abattus » (art. 2).

duire à l'abattoir la viande par quartiers sans adhérence du foie et du poumon (art. 54). — Les viandes foraines traversant Annecy sont présentées à la sortie dans les conditions de l'article 54 de Chambéry 1890, n° 58, dans le délai de la journée (art. 55).

102. *Règlement des viandes foraines. Orléans (Loiret), 1er décembre 1897.*

Les viandes fraîches de taureaux, bœufs ou vaches (entiers, en quartiers ou en morceaux dépassant 10 kilogrammes), de veaux (entiers ou en quartiers), de moutons entiers, sont refusées aux barrières d'octroi en cas d'absence : 1° de l'estampille du surveillant des tueries de la commune d'origine; 2° de certificat de visite et de santé avant et après l'abatage des animaux dont elles proviennent, certificat délivré par ce surveillant et visé par le maire de ladite commune (art. 1er). — Les viandes, provenant de communes dépourvues d'un service de surveillance, doivent : 1° avoir été estampillées par un vétérinaire avec un timbre portant son nom; 2° être accompagnées d'un certificat de visite et de santé avant et après l'abatage, signé et timbré par ce vétérinaire, visé par le maire de la commune d'origine (art. 2). — Les viandes foraines sont conduites dans le plus bref délai à l'abattoir afin d'y être examinées par l'inspecteur sur présentation du passe-debout et du certificat de visite. L'inspecteur n'a à tenir compte de ce certificat et de l'estampille qu'à titre de renseignement; il est absolument libre d'apprécier s'il doit accepter ou refuser les viandes (art. 3). — Les introductions des particuliers, pour leur usage personnel, sont dispensées de l'inspection, sans formalité, jusqu'à 10 kilogrammes (art. 4).

103. *Règlement de l'abattoir de Valence (Drôme), 4 avril 1898.*

Les articles 98, 99 reproduisent les articles 96, 97 de Valence 1895, n° 88, avec cette addition à l'article 99 : Les viandes foraines sont admises par toutes les barrières d'octroi, si elles sont revêtues d'une estampille d'inspection et accompagnées d'un certificat sanitaire vétérinaire en règle.

104. *Règlement de l'abattoir de Roanne (Loire), 10 décembre 1898.*

Article 68 semblable à l'article 3 de Saint-Étienne 1881, n° 11. — Les viandes foraines, timbrées à l'octroi, sont conduites directement à l'inspection de l'abattoir faite le jour ou le lendemain à heures fixes (art. 69-70). — « Les taureaux, bœufs, vaches, génisses présentés entiers, par moitiés ou par quartiers, doivent toujours avoir le poumon adhérent à l'un des quartiers de devant... » (art. 71). — Les viandes introduites par les particuliers pour usage personnel ne sont pas inspectées : 1° au-dessous de 5 kilogrammes, sans formalité; 2° au-dessus de ce poids, si l'introducteur justifie qu'il n'est pas commerçant en viandes (art. 75).

105. *Règlement de l'abattoir de Montbrison (Loire), 19 décembre 1898.*

Les viandes foraines de taureau, bœuf, vache sont introduites en quartiers; celles de veau, porc, mouton, agneau, chèvre en bêtes entières ou en quartiers (art. 43-44). — Elles sont conduites à l'inspection à heures fixes de l'abattoir. Celles de taureau, bœuf, vache. n'entrent qu'avec un certificat sanitaire d'un vétérinaire ayant assisté à l'abatage et revêtues de son estampille (art. 45).

106. *Règlement des viandes foraines. Biarritz (Basses-Pyrénées), 20 février 1899.*

Aucun boucher ou charcutier ne peut mettre en vente des viandes foraines sans les avoir soumises à la visite (art. 7). — « Les bœufs et porcs introduits du dehors, en entier ou par parties quelconques, devront être accompagnés d'un certificat d'origine indiquant que les animaux dont proviennent les viandes ont été visités vivants et reconnus sains. Ce certificat, qui sera délivré par un vétérinaire, devra être dûment légalisé par le maire de la localité d'origine et les viandes devront porter l'estampille du vétérinaire vérificateur » (art. 3). — « Les veaux et moutons introduits en entier ou par parties seront admis à la libre pratique sans certificat d'origine ; mais ils devront porter l'estampille d'un vétérinaire inspecteur... » (art. 4). — Les viandes désignées aux articles 3 et 4 sont conduites directement à l'inspection à heures fixes de la halle (art. 5 et 6). — « Les aloyaux, les filets, les noix, les gigots et carrés de mouton constituant les viandes de luxe et provenant des abattoirs de Paris, Bordeaux, Bayonne, Mont-de-Marsan, Dax, Orthez, Peyrehorade, Orthevielle, seront exonérés des formalités du certificat d'origine et de la visite, mais ils devront être marqués avec l'estampille desdits abattoirs» (art. 8).

107. *Règlement de l'inspection des viandes. Rodez (Aveyron), 27 février 1879.*

Les viandes fraîches foraines, pour un animal entier, sont introduites : les bœufs, vaches, taureaux, par quartiers, les issues : poumons, foie, rate, adhérents à un devant ; les autres animaux entiers ou par moitiés, dont l'une avec adhésion des issues (art. 14). — Elles sont conduites directement à l'abattoir avec un passe-debout qui, après l'inspection et l'estampillage, est échangé au bureau central d'octroi contre une quittance des droits (art. 13 et 16).

108. *Règlement de l'abattoir d'Arcis-sur-Aube (Aube), 2 mars 1879.*

Les viandes foraines de boucherie et de charcuterie destinées à la vente sont soumises à l'inspection vétérinaire à heures fixes. Celles « amenées en quartiers doivent être pourvues des poumons adhérents » (art. 11).

109. *Règlement de l'abattoir de Cognac (Charente), 22 mars 1899.*

Les viandes foraines sont conduites au marché couvert avec un bulletin d'octroi mentionnant l'heure d'entrée, la nature et le poids des viandes, les noms et prénoms des introducteurs. Elles y sont inspectées à des heures déterminées et estampillées *V. F.* (viandes foraines) (art. 117, 119 et 120). — « Ces viandes ne peuvent être introduites que dans les conditions suivantes : Bœufs, vaches, par quartiers et veaux par moitiés ou quartiers ; quartiers de devant avec poumons adhérents, quartier de derrière avec péritoine non gratté et non pelé. Agneaux en entier. Moutons par moitiés ou quartiers avec rate adhérente. Porcs par moitiés avec estomac adhérent » (art. 121). — Les viandes réintroduites en ville, même avec l'estampille de l'abattoir, sont de nouveau inspectées (art. 123).

110. *Règlement de l'abattoir de Châlons-sur-Marne (Marne). 16 juin 1899.*

Les viandes, poumons, foie, panses, pieds, préparations diverses de charcuterie ne sont introduits du dehors que par des possesseurs d'une autorisation

personnelle de la municipalité, ne pouvant être ni prêtée ni cédée, sous peine de retrait immédiat et devant être présentée à toute réquisition (art. 62, 63). — Les viandes foraines autres que les préparations de charcuterie n'entrent que par quartiers entiers, plèvre et péritoine non grattés, avec un passe-debout mentionnant les nom, prénoms, adresse de l'introducteur, la date et l'heure d'entrée. avec exigence possible d'un certificat vétérinaire indiquant l'état sanitaire de l'animal, sans pouvoir préjuger les décisions de l'inspecteur. Elles sont conduites à l'inspection à heures fixes de l'abattoir ou du marché. Celles destinées aux commerçants sont visitées à domicile sur demande (art. 64). — Les passe-debout non rentrés dans les trois jours sont signalés par l'octroi au commissaire de police (art. 65). — L'inspection ne s'applique qu'aux viandes entrées par des bouchers, charcutiers, tripiers, marchands de comestibles, personnes vendant à manger (art. 67).

111. *Règlement d'inspection des viandes. Nantes (Loire-Inférieure), 23 octobre 1899.*

Les viandes foraines de toute nature introduites à Nantes (viandes fraîches, cuites, fumées, conservées et tous produits de charcuterie), sont conduites à l'inspection du marché Talensac avec un laissez-passer, à l'exception de celles ne faisant que traverser la ville et justifiant de leur sortie dans les deux heures de leur entrée. Tout introducteur de quantités *dépassant* 10 kilogrammes et même destinées à des personnes différentes, est tenu de se rendre à l'inspection. « Pour cette raison, il n'est pas délivré à un même introducteur plus d'une quittance par jour pour une quantité de viande de 10 kilogrammes », laquelle est dispensée de l'inspection. Les viandes de bœuf, taureau ou vache, ne sont introduites à Nantes et admises à l'inspection sanitaire qu'avec les poumons adhérents. « Si l'animal est divisé par quartiers, il ne sera admis à la visite que le quartier ayant les poumons adhérents et les quartiers pouvant se juxtaposer avec celui-ci, de manière à établir que ces divers quartiers proviennent du même animal » (art. 9 modifiant les articles 1, 2 et 5 de de l'arrêté du 29 mars 1889).

112. *Règlement de l'abattoir de Chinon (Indre-et-Loire), 15 novembre 1899.*

Les viandes foraines, introduites par les bouchers et charcutiers de la ville ou de l'extérieur, seront conduites en passe-debout à l'abattoir à la visite du vétérinaire inspecteur. « Comme lesdites viandes proviendront de bestiaux dont l'état de santé n'aura pu être constaté avant l'abatage, elles seront présentées : les bœufs et les vaches, par quartiers de devant ; les veaux par moitiés ou par quartiers... ; les moutons entiers ou par quartiers et les agneaux entiers. Lorsque les bouchers présenteront de simples morceaux, ils devront les faire accompagner d'un certificat délivré par un vétérinaire, dûment légalisé, et constatant qu'ils proviennent d'animaux examinés vivants et reconnus sains » (art. 20).

113. *Règlement des viandes foraines. Sainte-Savine (Aube), 6 décembre 1899.*

Chaque introducteur doit avoir une autorisation de la mairie, personnelle et incessible à un tiers, pour la présenter à toute réquisition des agents compétents (art. 1). — Les viandes fraîches bovines, ovines, caprines et porcines destinées à la vente sont conduites directement à l'inspection de l'abattoir, afin d'y recevoir l'estampille : *viandes foraines* ; « elles ne peuvent être introduites que par

animaux entiers, moitiés ou quartiers, avec plèvre et péritoine intacts, les poumons adhérents et accompagnés de tous les abats ». Les pièces détachées sont refusées (art. 2). — Les introductions par les particuliers, pour usage familial, sans cession à autrui, sont dispensées de l'inspection (art. 5).

114. *Règlement de l'abattoir de Muret (Haute-Garonne), 27 mai 1897.*

Les viandes foraines seront présentées à l'inspection de l'abattoir, avec un certificat du maire du lieu de provenance « attestant que l'animal a été dûment abattu » (art. 9).

115. *Règlement des viandes foraines. Amiens (Somme), 14 décembre 1899.*

Les viandes foraines sont introduites : 1° les taureaux, bœufs, vaches ; *a)* par quartiers, avec adhérence du poumon à un devant et des reins aux derrières ; *b)* par bête entière ou plus du poids d'une moitié, avec tous les abats : poumon, cœur, foie, rate ; 2° les veaux et moutons entiers, par moitiés ou quartiers, avec les abats correspondants détachés : tête, poumon, foie, rate ; 3° les porcs entiers, par moitiés ou quartiers avec adhérence des rognons enveloppés de panne au filet pour les derrières, avec adhérence naturelle de la tête entière ou par moitié, de la langue et du poumon à un devant ; 4° les chèvres entières avec adhérence de la tête au collet et présentation de la fressure (art. 1, § 1). — Les pièces détachées : globes, aloyaux, cuissots, gigots, carrés, épaules, côtes, filets, collets, sont admises avec l'estampille d'un abattoir régulièrement autorisé ou surveillé, d'où elles proviennent ou avec des pièces témoignant de cette origine (art. 1er, § 2). — Les viandes sans viscères adhérents et les pièces détachées ne sortant pas d'un abattoir doivent être revêtues de l'estampille d'un vétérinaire et accompagnées de son certificat légalisé, attestant la visite des viscères attenant à l'animal et leur manque de lésions rendant la viande inconsommable. Ce certificat ne peut être opposé aux décisions de l'inspecteur (art. 1er, § 3). — Les viandes invendues le jour même de l'introduction doivent être de nouveau visitées à l'abattoir et estampillées avant d'être remises en vente le lendemain. (art. 2, § 2).

116. *Règlement de l'inspection des viandes. Saïgon (Cochinchine française), 22 septembre 1900.*

Chaque introducteur de viandes foraines est porteur d'une autorisation personnelle de la mairie, « qui doit être présentée à toute réquisition des agents compétents et est valable pour un an seulement » (art. 7). — « Les viandes fraîches provenant d'animaux abattus à l'extérieur dans des abattoirs surveillés par des vétérinaires et destinées à être mises en vente dans les boucheries, charcuteries, épiceries, sur le marché ou livrées directement au consommateur, *ne peuvent être introduites que par animaux entiers, moitiés ou quartiers*. Pour les viandes abattues dans les abattoirs non surveillés par des vétérinaires, les animaux sont introduits avec plèvres et péritoines intacts, le poumon adhérent et accompagné de tous les abats. Les pièces détachées seront refusées » (art. 8). — Les viandes foraines sont inspectées et estampillées à l'abattoir de Saïgon (art. 9).

117. *Règlement de l'abattoir de Romilly-sur-Seine (Aube), 15 octobre 1900.*

Les articles 58, 59, *60*, 61, § 3, reproduisent respectivement les prescriptions précitées des articles 86 (moins les mots : « *et débris* » du § 3), 87, *88 89* de Troyes, 1894, n° 83, et de l'article 89 de Dijon, 1892, n° 73. — Les viandes foraines sont importées à l'abattoir à heures fixes (art. 55), sauf celles fraîches, salées ou fumées, introduites par des particuliers pour usage personnel, sans pouvoir être déposées chez des bouchers ou charcutiers en vue d'une préparation quelconque (art. 61, §§ 1, 2).

118. *Règlement de l'abattoir d'Hyères (Var), 14 décembre 1900.*

Sauf celles dites de luxe et revêtues d'une estampille d'abattoir, les viandes foraines sont inspeetées, comme celles abattues à Hyères, c'est-à-dire avec visite des viscères (art. 61, 67), à l'abattoir, à heures fixes (art. 68).

119. *Règlement de l'abattoir de Langres (Haute-Marne), 6 mars 1901.*

Les viandes foraines sont introduites avec leurs viscères adhérents ; foies, poumons, reins. Elles sont conduites en passe-debout, directement, sans détour ni retard, à l'inspection à heures fixes de l'abattoir (art. 59). — Les articles 60, 61, 62, 63, 64, reproduisent les articles 83, 84, 85, 87, 89, de Dijon 1892, n° 73, reproduits eux-mêmes par les articles 60, 61, 62, 63, 64, du règlement de Chaumont (Haute-Marne), du 20 juin 1896 (1).

120. *Réglement de l'abattoir d'Avallon (Yonne), 20 mai 1901.*

Toute personne, boucher ou autre, introduisant des viandes foraines de bœuf, vache, veau, mouton ou porc, doit les soumettre à la visite du préposé régisseur de l'abattoir. « Dans le cas où ces viandes ne seraient pas accompagnées d'un certificat de provenance, signé d'un vétérinaire et indiquant les causes de l'abatage de l'animal, elles seront présentées au vétérinaire inspecteur, qui devra en justifier la bonne qualité avant l'estampillage. Quand il s'agira de bêtes entières mortes, dépouillées ou non, par moitiés ou quartiers, seront exhibés aussi le foie, la rate et les poumons provenant de l'animal présenté dépecé » (art. 10).

121. *Règlement des viandes foraines. Lyon (Rhône), 21 juillet 1901.*

Les articles 1, 7, 8, *9*, reproduisent respectivement les prescriptions précitées des articles 21, 24 (moins les parties italiques), 26, *22*, de Lyon 1884, n° 30 (*). — Toute personne *recevant et débitant* des viandes foraines doit en avoir fait la déclaration à la mairie et en présenter le récépissé à toute réquisition des agents d'inspection ou de police (art. 2). — Les viandes fraîches ne sont introduites

(1) L'article 59 du règlement de Chaumont du 20 juin 1896 porte que les viandes foraines destinées à la vente sont aussitôt conduites à l'inspection avec un laissez-passer, dans un délai d'une heure au plus. L'addition suivante y a été faite par le règlement du 10 juin 1899 : Les viandes foraines de bœuf, vache, taureau, sont présentées par pièces, coupées de la façon suivante après la fente et restées intactes sans aucune préparation : 1° collet, de la première vertèbre cervicale à la première côte ; 2° côtes couvertes ; 3° poitrine ; 4° membre antérieur sectionné au genou ; 5° aloyau et culotte, de la dernière côte à l'articulation coxo-fémorale ; 6° cuisse, de la tête du fémur au jarret. Les veaux, chèvres et chevreaux entrent par quartiers. Les porcs peuvent être introduits par quartiers avec jambons séparés.

que : 1° revêtues de l'estampille du vétérinaire sanitaire du lieu d'origine ; 2° accompagnées d'un certificat d'origine et de santé, délivré par ce vétérinaire et reproduisant son estampille. Ce certificat, dont le modèle est annexé à l'arrêté, mentionne les nom, prénoms, profession, domicile de l'introducteur, la nature, le poids des viandes, le nombre d'animaux ou quartiers. Les viandes foraines ne peuvent circuler que de jour (art. 3), ni être mises en vente, découpées, cuites ou employées avant l'inspection (art. 6). — Après contrôle, elles sont estampillées : « viandes foraines » (art 10). — Les salaisons, conserves, abats et produits de triperie, circulent sans certificat ni estampille (art. 4).

M. FAURE

Directeur de l'Octroi de Limoges

APERÇU HISTORIQUE SUR L'OCTROI DE LIMOGES DE 1370 A 1900 [352.1.09:44.66]

— Séance du 13 septembre —

Aussitôt après le sac de Limoges-Cité par le Prince noir (1370), la ville de Limoges-Château ne se sentant pas suffisamment protégée, ses consuls décidèrent de se placer sous l'obéissance immédiate de Charles V. Ravi d'une conquête aussi facile, le roi annexa aussitôt Limoges-Château à perpétuité à la Couronne de France, donna le Château proprement dit et la châtellenie, avec toute juridiction, haute, moyenne et basse, « leurs rentes et autres choses, sans rien retenir et réserver, aux consuls, manans et habitants de Limoges ; accorda quittance de tout ce qui pouvait être dû, confirma tous les privilèges précédemment octroyés par le prince de Galles, enfin, pour la réparation de la ville, concéda le souquet, c'est-à-dire la douzième partie du vin étranger vendu au détail et la perception de quatre deniers par livre, sur toutes les marchandises qui seraient vendues ».

Telle fut l'origine de l'Octroi de Limoges.

Comme on le voit, cet impôt n'avait nullement le caractère d'un impôt féodal. Non seulement, en effet, il soustrayait la ville à la suzeraineté de la reine de Navarre, mais il privait cette dernière du bénéfice de tous les droits seigneuriaux qu'elle prélevait, pour en confier le recouvrement et en laisser la libre disposition aux consuls qui, ainsi, devenaient seigneurs mouvant directement de la Couronne de France. Voilà bien la nuance qu'il convenait de faire ressortir pour réfuter tout ce qui a pu être écrit dans le but de présenter les Octrois comme un vestige de la féodalité, légende perfidement

exploitée contre cette institution et qui ne saurait résister à la distinction établie par l'auteur.

-En quoi d'ailleurs différenciait l'Octroi des impôts seigneuriaux? Ceux-ci, si l'on ne s'attache qu'aux principaux, le barage, le péage, la leyde, pouvaient être créés par les seigneurs et perçus par eux; ils étaient patrimoniaux, par conséquent transmissibles et passibles ou non d'un prélèvement pour le Trésor. L'Octroi, au contraire, ne pouvait être institué qu'en vertu de lettres patentes du roi avec telle part qu'il lui convenait de fixer pour le don gratuit; mais en vain on chercherait un seigneur ayant obtenu l'autorisation d'exiger ce droit de ses vassaux. Qu'on le veuille ou non, l'Octroi était donc un impôt royal et non un impôt féodal et même un impôt antiféodal, puisque la royauté s'en servait, comme pour Limoges, pour permettre aux communes de s'affranchir.

C'est là un fait historique qui, à la vérité, ne prouve rien en faveur des Octrois ou contre eux, mais valait d'être établi à un moment surtout où certaines villes ont tenté de supprimer leurs octrois en demandant tout ou partie du contingent nécessaire aux taxes de plaçage, de petite voirie, etc., rappelant justement les droits de barage, de péage et de leyde et ayant avec eux cette affinité qu'elles peuvent être créées ou augmentées par les Conseils municipaux, sous la seule réserve de l'approbation préfectorale. alors que l'Octroi continue dans ses lignes les plus importantes à relever du pouvoir central. (Article 137 de la loi du 5 avril 1884.)

En principe, l'Octroi était un impôt *ad valorem* calculé d'après le folréal ou mercuriale de l'époque et n'était perçu que sur les marchandises apportées en ville pour y être vendues et y étaient réellement vendues, car en étaient exonérées les denrées passant debout ; d'où cette constatation qu'il se greffait sur le péage et le barage, comme de nos jours il vient en addition du plaçage.

Vraisemblablement, et vu son peu d'importance, sa perception fut, au début, confiée aux gardes-portes, c'est du moins ce qui paraît avoir eu lieu à Limoges, et il semble qu'au point de vue de la comptabilité il n'était fait aucune distinction ; en outre, il résulte de documents d'une authenticité certaine (1) que les gardes-portes étaient autorisés, sans toutefois pouvoir en trafiquer, à exercer des prélèvements sur certains chargements, le bois par exemple, pour le chauffage des corps de garde, des établissements communaux et de quelques institutions religieuses (2). Plus tard Colbert exigea une comptabilité détaillée et, quand la plupart des charges sont mises aux enchères, on se trouve en présence de subdivisions absolument nettes et de comptes régulièrement présentés tous les six mois aux consuls et approuvés par eux. Mais déjà la Couronne ne se contentait plus du Don gratuit ; elle accaparait,

(1) Les registres consulaires.
(2) Le reclusage des Carmes et l'ermitage de Montjovis recevaient le bois qui leur était nécessaire.

grâce aux Droits réunis, la totalité de l'impôt sur les vins et les alcools et réduisait les villes à un dénuement tel que, pour arriver à organiser une police, on dut créer, à côté de ce qui restait de l'ancien octroi, un octroi spécial, celui du guet et des lanternes, beaucoup plus élevé que le premier et ayant une affectation nettement déterminée, ainsi qu'en font foi les comptes de gestion.

Au 1er mars 1790, c'est-à-dire au moment où les Octrois allaïent suivre le sort des autres impôts indirects, l'Octroi proprement dit avait produit 13.560 livres et celui du guet et lanternes 28.222 livres ; le Don gratuit figurait dans les écritures pour 51.984 livres et les patrimoniaux pour 2.996 livres.

On se demande comment, avec des ressources aussi réduites et aussi incertaines et avec des charges toujours croissantes, les consuls pouvaient faire face à teutes les éventualités ? C'est alors que l'histoire de l'Octroi de Limoges nous donne sur le régime consulaire une étude dont nous détachons volontiers le passage suivant :

Que si, du reste, nous examinions ce que furent ces consuls préposés à la garde de la ville comme à la gestion de ses finances, peut-être leurs trouverions-nous les qualités maîtresses des administrateurs : ils ont la dignité qui convient à des élus et apportent même dans sa manifestation, soit qu'ils rédigent leurs actes, soit qu'ils assistent aux cérémonies publiques, une affectation évidente ; leurs noms figurent partout comme s'ils avaient à cœur de les léguer à la postérité et il n'est pas douteux que cette préoccupation domine leurs esprits. Ils sont honnêtes et le prouvent par la reddition de leur comptes à chaque élection nouvelle et par le soin qu'ils apportent à laisser la garde du Trésor, il est vrai le plus souvent à sec, à des personnes spécialement déléguées à cet effet. Ils sont énergiques et pénétrés de l'importance de leur mission, quand ils refusent l'entrée de la ville aux troupes armées ou plaident contre la reine de Navarre. Il sont désintéressés, quand ils abandonnent leur indemnité pour organiser une artillerie. Ils sont diplomates dans leurs rapports avec le roi et savent qu'en temporisant on peut obtenir des conditions moins dures ; aussi ont-ils soin de ne jamais s'incliner sans protester contre le contingent fixé pour les emprunts ou les subsides. Ils sont patriotes et poussent même jusqu'à la cruauté le châtiment des traîtres quand la preuve du crime est établie. C'est ainsi qu'ils prononcent la peine de mort contre Gauthier de Roy et ordonnent que sa tête sera mise à la pointe d'une lance sur le pont du boulevard des Arènes, les quatre quartiers, sur les quatres portes et les entrailles enfouies dans les vignes où avait été faites l'embuscade principale. Ils tiennent à leurs prérogatives et n'entendent point abandonner leur rang de préséance.

Mais toutes ces vertus civiques ne leur donnent pas l'argent qui leur

fait continuellement défaut ; aussi sont-ils obligés de parer à ce qui est urgent et de laisser de côté tout ce qui a trait à l'embellissement de la ville.

A un autre point de vue, cette administration des Consuls doit retenir l'attention. Si, en effet, l'on se reporte par la pensée à cinq siècles en arrière, il apparaît comme absolument étrange de voir une ville jouir de l'autonomie la plus complète qu'on puisse imaginer et, sous un régime monarchique, mettre en pratique le suffrage universel dans des conditions telles que le *referendum* remplace tout programme. Élus à raison de deux par quartier, les consuls forment l'assemblée communale et il semble que leurs décisions sont souveraines. Cependant, quand il s'agit de questions importantes, les bourgeois et les manans sont consultés et c'est la voix du peuple qui est entendue.

De l'ingérence de la noblesse et du clergé dans les affaires municipales il n'est jamais question dans ces vieilles annales de Limoges, ou si peu, qu'on se demande si celle-là avait une force numérique quelconque et si l'évêque, en dehors de la cité proprement dite et des cérémonies religieuses, ne se confinait pas dans son sacerdoce.

Il ne faudrait cependant pas se méprendre à ce sujet, tout au moins en ce qui concerne le clergé qui était omnipotent dans la ville basse scindée elle-même en deux parties : la Cité sous la domination de l'Evêque, l'Abbessaille sous celle de l'Abbesse, l'une et l'autre avec des coutumes toutes différentes de Limoges-Château.

Entre temps, et à titre de curiosité, signalons le passage dans la généralité de Limoges de Turgot et citons celui du receveur Vergnaud, parmi les agents de l'Octroi, le père du plus grand orateur de la Gironde.

M. MULLER

Bibliothécaire de l'École de Médecine de Grenoble.

CONTRIBUTION A L'HISTOIRE DE LA PAROISSE ET DES MINES ABANDONNÉES DE BRANDES EN OISANS

[622.9 : 44.99]

— *Séance du 13 septembre.* —

INTRODUCTION

Le massif montagneux le plus considérable du Dauphiné est celui de l'Oisans ; de nombreux cols relient les principaux versants alpins ainsi que les vallées secondaires, déjà politiquement divisées et occupées â une époque très ancienne.

Les communications établies dès les temps préhistoriques entre l'Italie et la France et entre cette dernière et la Suisse, montrent que les hauts plateaux alpins, les plus rudes et les plus accidentés, ont été connus et habités, sinon aux temps néolithiques, en tous cas sûrement depuis l'époque du bronze jusqu'à nos jours.

Des cachettes de fondeurs, des tombes de l'âge du bronze, du fer, romaines, etc., donnent l'assurance d'une continuité réelle d'habitat pour ces hauts plateaux; mais, néanmoins, les trouvailles clairsemées ou insuffisamment étudiées, le petit nombre de documents écrits pour les périodes romaines et médioévales, laissent le champ libre aux légendes qui pullulent autour de certaines manifestations d'art et d'industrie humaines, parfois peu anciennes, mais souvent totalement oubliées après un petit nombre d'années.

Les mines et la paroisse abandonnées de Brandes sont de ce nombre. Cette étude a pour but de contribuer à éclaircir le mystère qui entoure ruines et mines, en utilisant tous les enseignements que peuvent donner les légendes, les rares écrits, les observations tirées de la faune et de la flore disparues ou actuelles, et surtout des documents matériels extraits, en cours de fouilles, du sol des cabanes en ruine.

PLATEAU DE BRANDES — DESCRIPTION DES LIEUX

A trois heures de marche au nord-est du Bourg-d'Oisans (Isère) et à une demi-heure du village d'Huez, un vaste plateau de 4 à 5 kilomètres de longueur moyenne, de plus de 1.000 mètres de largeur, s'étale au pied de la chaîne de l'*Herpie*, dans le massif des *Grandes-Rousses* (point culminant : 3.473 mètres).

Ce plateau, dont l'altitude varie de 1.700 à 1.800 mètres, est nu, sans arbres, c'est un tapis de verdure crevé par de nombreux blocs erratiques de tous volumes et sillonné par une quantité de ruisseaux aux eaux limpides.

L'extrémité Est du plateau est bordée au sud par un mamelon rocheux qui supporte les ruines du château du Prince Ladre et au pied duquel, sur une distance d'environ 800 mètres, sont groupées les ruines des cabanes et les débris de l'exploitation minière *(fig. 1)*.

Le touriste déjà étonné de fouler des chemins pavés, larges, et en disproportion flagrante avec les faibles besoins de transport et de circulation, est saisi d'étonnement en voyant à ses pieds les débris de nombreuses habitations, représentées seulement par les murs écroulés, groupés ça et là au milieu d'importants amoncellements de *baryte*, dont quelques-uns atteignent des proportions importantes.

Du sommet du mamelon rocheux, appelé *Lou Montossa*, qui sépare le plateau du torrent nommé la *Sarène*, on peut compter 85 à 90 fonds de cabanes : les uns, au nombre d'environ 45, sont nettement déterminés par les murs écroulés; les autres, environ 40, sont seulement indiqués par quelques pierres crevant le sol, et on reconnaît très nettement leur emplacement lorsque la lumière solaire rasant la terre fait ressortir vigoureusement le moindre relief. Ces dernières sont plus particulièrement groupées vers l'est.

De plus, 8 ou 10 fonds de cabanes intermédiaires sont disséminés çà et là et difficilement classables dans l'une ou l'autre catégorie.

Autour des fonds de cabane, le sol est jonché et parfois uniquement composé

de baryte ou barytine *(sulfate de baryte)*, pierre blanche très lourde et qui était ici la gangue de la galène ou minerai de plomb argentifère.

Un des amoncellements de cette gangue, sis au nord des cabanes, a environ 60 mètres de long, 40 de large et 5 à 6 mètres d'épaisseur moyenne.

D'autres sont légèrement diaprés d'une maigre végétation et de quelques lichens, qui ont fini par recouvrir partiellement la baryte, alors que quelques-uns, vierges de toute verdure, donnent, sous les rayons solaires qu'ils reflètent d'une intense façon, l'impression de blocs de glaces réfractaires à la fusion, semés çà et là dans les prés, qui leur font une merveilleuse ceinture verte.



FIG. 1. — Plateau de Brandes : fonds de cabanes.

Doit-on conclure que les tas de baryte légèrement verdoyants seraient les résidus des plus anciennes exploitations, comme aussi les fonds de cabanes noyés sous le gazon seraient les plus anciens. Cela est probable, et plus loin il sera possible d'en exposer les raisons plausibles.

Avant d'entreprendre la description des fouilles pratiquées dans les fonds de cabanes, je tiens à signaler que les galeries desquelles a été extrait le minerai sont toutes creusées dans la roche qui supporte les cabanes; elles sont orientées du sud-ouest à l'est, et la combe qui sépare les cabanes du rocher de *Lou Montossa* est constellée de puits ou plutôt d'entonnoirs, provenant d'effondrements du plafond des galeries sous-jacentes.

Quelques-uns de ces entonnoirs ont des dimensions considérables et atteignent parfois 6 à 7 mètres de profondeur sur 10 à 15 mètres de largeur.

Vers 1780, un effondrement subit dans la combe de Brandes donna naissance à une ouverture dans laquelle descendirent deux habitants d'Huez, qui furent étonnés de la longueur des galeries qu'ils parcoururent ; ces effondrements se

sont présentés quelquefois, mais les bergers, de crainte d'y voir tomber leur bétail, ont toujours bouché ces ouvertures avec de gros blocs.

De nombreuses ouvertures de galeries sont visibles dans la paroi rocheuse qui, à l'ouest de *Lou Montossa*, limite le vallon contenant les entonnoirs, *cros* ou *pertuis*. La plupart de ces ouvertures sont étagées les unes au-dessus des autres. On peut pénétrer dans quelques-unes, mais non sans danger ; le plancher des galeries supérieures, crevé souvent dès l'entrée, en laisse deviner d'autres, où il serait imprudent de s'aventurer sans de grandes précautions, les boisages ayant disparu, détruits par l'humidité.

Un fort ruisseau qui borne à l'ouest l'enclave minière se précipite en cascade juste au-dessus des galeries qu'il envahit ou masque en partie ; ce ruisseau, canalisé, dit-on, depuis le lac Blanc, situé à 2.500 mètres d'altitude, sourd brusquement du sol quelque 60 mètres au-dessus de sa chute ; un sillon très net marque son passage souterrain en amont sous les prairies.

A partir de sa source, il alimentait de nombreux moulins dont les meules gisent à même dans son lit ou sur ses berges.

Ces meules, ainsi que des mortiers ou bocards également en grès, disséminés çà et là, étaient destinés au broyage du minerai. Autour des meules, le sol voisin contient beaucoup de baryte, parfois concassée très finement ; on en trouve même jusque dans le sol d'un cimetière établi sur une plate-forme située à la base ouest de *Lou Montossa*, à quelque distance du ruisseau. Ce cimetière, très probablement abandonné depuis le milieu du XVI^e^ siècle, entourait une église très ancienne qui, ayant disparu à une époque indéterminée, fut remplacée vers 1752 par une chapelle dédiée à saint Nicolas. Les murs de cette dernière sont encore en partie debout, mais la toiture a été détruite en 1875.

J'exposerai plus loin les résultats des fouilles que j'ai cru devoir pratiquer dans la chapelle et le cimetière.

Les *Affiches du Dauphiné* publiées en 1776 et 1777 font mention de la première reconnaissance des lieux par des chasseurs qui les décrivirent (voir le *Journ. hist. polit. de Genève*, 1783, n° 36), et des fouilles pratiquées sur l'emplacement de la chapelle Saint-Nicolas par un curé d'Huez, qui prétendait avoir découvert entre autres un tombeau remarquable, portant une inscription indéchiffrable? (Voir le *Bull. de la Société dauphinoise d'Ethn. et d'Anthr.*, juillet 1899.)

FOUILLES PRATIQUÉES DANS LES FONDS DE CABANES

Grâce à une subvention de l'Association Française, 22 fonds de cabanes ont pu être fouillés partiellement, au mois de septembre 1900 ; je vais exposer les résultats en numérotant lesdits fonds de 1 à 22, en partant de l'est.

Les résultats généraux seront seuls donnés avec deux ou trois plans sommaires des fonds fouillés.

N° 1. Un réduit de 2^m^,80, sur 4, contenant un foyer pavé, beaucoup de cendres noires, dont une mince couche uniforme a été trouvée immédiatement sous le gazon dans tout le réduit.

Sur l'emplacement d'un seuil de porte trouvé à 0^m^,15, un débris de clé

dont le panneton manque et qui est du type dit mérovingien. Ramassé un fragment de fer et une pierre à aiguiser les faux.

Dans la tranchée, un mortier à broyer le minerai *(fig. 2)*.

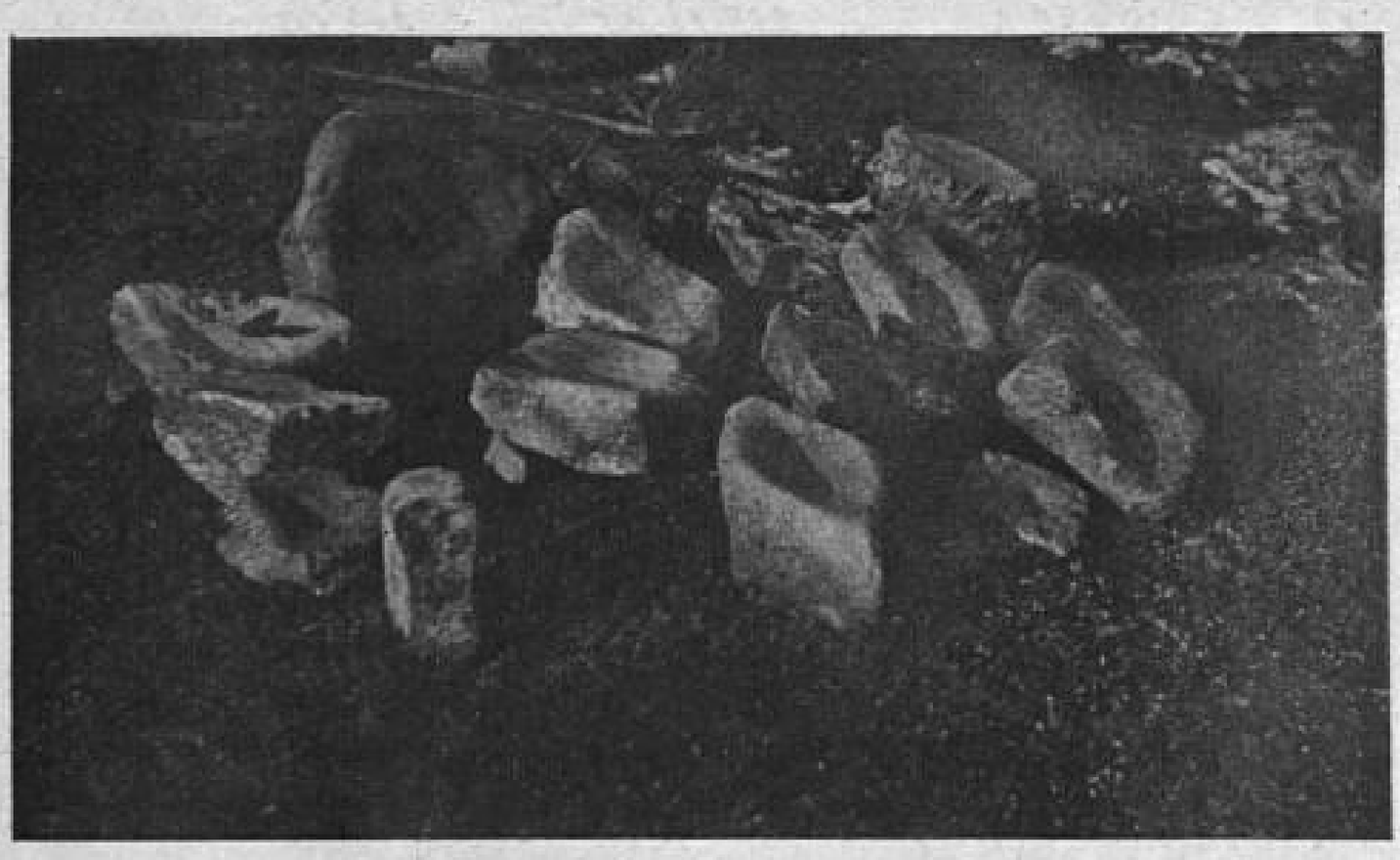


FIG. 2. — Enclumes ou mortiers pour le concassage de la baryte.

Près de là, dégagé un bloc de grès de 1m,70 sur 1 mètre, semi-circulaire, à demi enfoui dans le sol, et couvert de signes gravés et de petits trous. On y remarque notamment 4 ou 5 croix gravées en creux, sans ordre, et 17 petites cavités pratiquées surtout sur le pourtour du bloc.

De nombreux fragments de scories de forge ou de fonderie ont été trouvés autour de ce bloc ainsi que dans le fond n° 1 ; nul autre n'a donné autant de terre mêlée de charbon; on peut en déduire que, là, travaillait le forgeron du village et que les marques faites sur le rocher ne sont pas autre chose que le résultat des essais des broches, pics et pointerolles au sortir de la trempe.

Mes fouilleurs, du reste, intuitivement avaient baptisé cette cabane : *la forge*.

Quelques tessons d'une poterie à vernis jaune à base de plomb et sûrement moderne ont été extraits du sol vers l'entrée de la forge.

Le fond n° 2 a donné, vers l'entrée, 3 fragments d'une poterie noire, des débris de cuir ouvré, du crin en bourre, des dents de ruminants, des débris de bois et un mortier cassé; quelques scories et du fer.

Plus à l'est, à 20 mètres, il existe des vestiges d'une chaussée pavée de 1 mètre de large, bordée de blocs, conduisant à un tas de baryte. Une voie semblable existe en face du fond n° 2. Elles ont dû être établies aux temps de l'exploitation pour faciliter le charroi des déblais.

Le cube de terre remuée pour les fonds 1 et 2 est d'environ 6 mètres.

Le fond n° 11, un des plus intéressants, a révélé l'existence de plusieurs habitats sur le même lieu; trois aires de terre battue ont été relevées

bien en place, séparées chacune par des couches contenant, avec quelque peu de baryte concassée, des traces de foyers et des débris de cuisine (*fig. 3*).

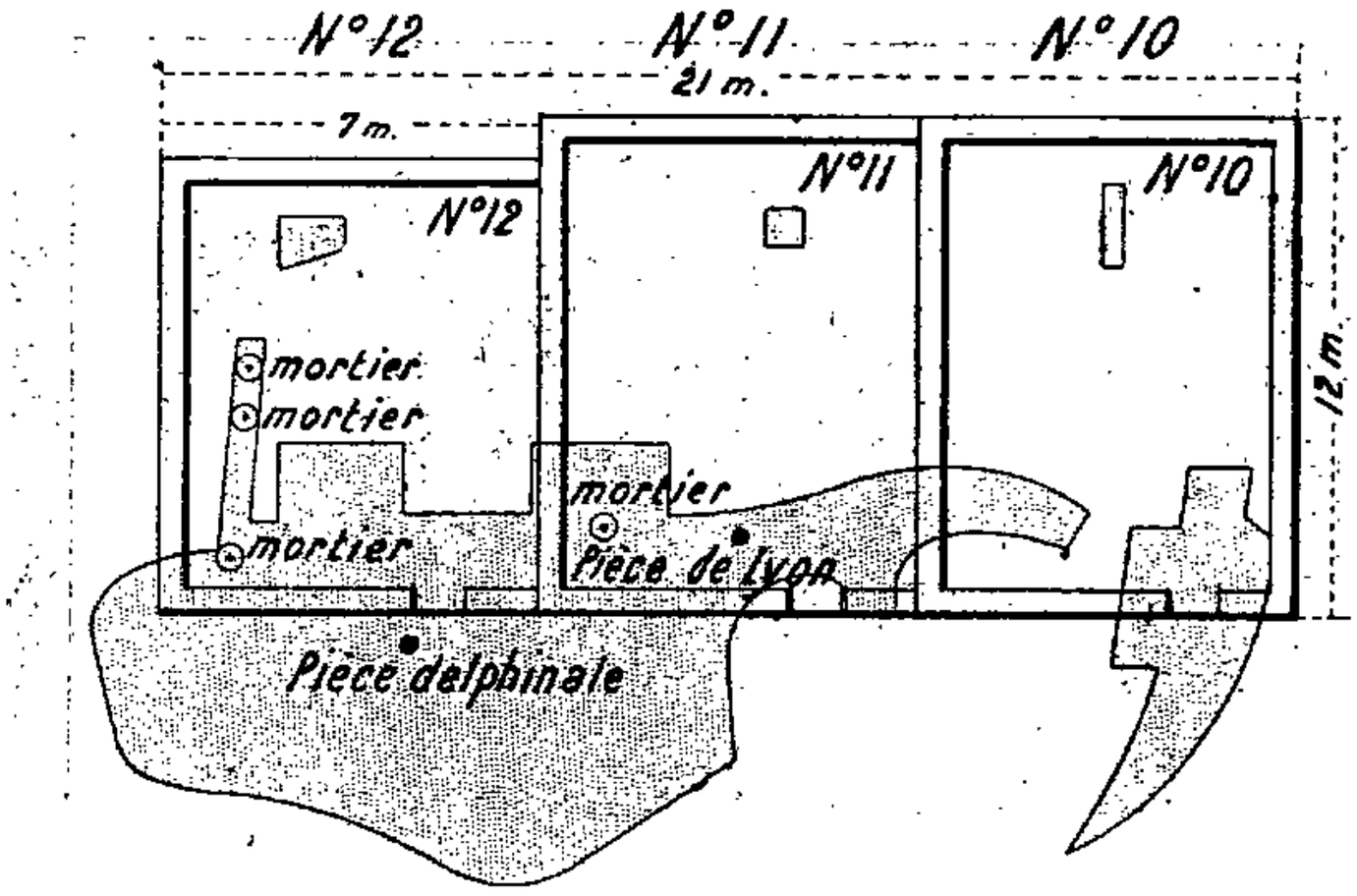


Fig. 3. — Plan d'un fond de cabane.

Les débris métalliques ont été un fragment de fer de mulet à talon, devant être ancien, le forage de chaque trou ayant déterminé une extension correspondante, dont l'ensemble donne au fer complet des contours festonnés, forme dite mérovingienne et rencontrée par M. Chantre dans les palafittes du lac de Paladru.

Un petit anneau à queue double, en fer, était dans le même terrain.

Des molaires de porc ou sanglier, des dents de chèvre, de mouton, de bœuf ou de gros cervidés; des os d'animaux divers en miettes; des coquilles de noix et de noisettes; des débris de cuir, primitivement cousus; débris de chaussures et de harnais; beaucoup de débris de bois; deux broyeurs, cailloux servant de marteaux pour broyer la baryte sur les mortiers de grès, et, comme dans le fond 12, des fragments de grosses étoffes de laines à trame simple ou chevronnée, d'autres à trame très fine et feutrée, tissées avec alternances de fils noirs ou bruns ou jaune clair formant des raies parallèles de couleurs variées.

Une monnaie des archevêques de Lyon, de la fin du XIII^e^ siècle (1), trouvée en tamisant la terre extraite et provenant vraisemblablement de la deuxième couche de foyers, vers 0^m^,50 de profondeur. Cette pièce, en argent bas titre, est en mauvais état et très altérée; une petite clochette ronde en cuivre très oxydé de 0^m^,05 de haut a été ramassée parmi les déblais sans qu'on puisse l'attribuer à un niveau déterminé.

Déblais, environ 4 mètres cubes.

M. Vallentin du Cheylard, receveur des domaines à Saint-Péray, a bien voulu la déterminer

Fond n° 11. — Coupe moyenne du sol.

0m,10	Gazon.
0m,25	Foyers, débris cuisine.
0m,10	Aire d'argile.
0m,30	Foyers, débris cuisine.
0m,10	Aire d'argile.
0m,25	Foyers, débris cuisine.
0m,10	Aire d'argile.
0m,30	Sol, graviers, cailloux.
1m,50 à 1m,80	Argile jaune très plastique.

1m,80

N° 12. Ce fond accolé au numéro 11, mais un peu plus petit, était traversé à 0m,25 de profondeur par un canal longitudinal (comme dans le numéro 9), construit en pierres sèches, laissant entre elles un vide de 0m,15 de côté. Recueilli de nombreux fragments de tissus de laine.

Trouvé également beaucoup de débris de cuir, lanières, plaques, etc., dont quelques-uns cousus ensemble avec des lacets de cuir.

Cette habitation a dû être très probablement celle d'un *bâtier*.

Trouvé 3 mortiers et des broyeurs à cupules dans la tranchée du canal, au-dessus de celui-ci.

A propos des broyeurs et surtout des mortiers, il est intéressant de faire remarquer qu'on les trouve généralement près de la surface du sol, et parfois à demi noyés dans un amas de baryte concassée, par conséquent bien en place.

Ramassé quelques dents de chèvre ou mouton, etc., qui sont là les seuls débris d'animaux qu'on puisse rencontrer à peu près intacts, alors que les os sont pulvérulents.

Deux fragments de fer de cheval ou de mulet, mais en très mauvais état; des débris de fer oxydé, de bois et des coquilles de noix, et enfin une monnaie en argent bas titre de *Guigues VIII* (déterminée par M. L. Vallentin du Cheylard).

Cette pièce d'un Dauphin mort en 1333 vient contribuer à dater les fonds anciens de Brandes, et vient accentuer l'intérêt qu'il y aurait à fouiller ce sol plus largement.

Le fond du cordonnier est aussi celui qui a fourni le plus de tessons d'une poterie noire, d'un petit volume, qui sera décrite ci-dessous.

Cube de terre remué, environ 3 mètres.

Fond n° 3. Murs éboulés, 6 mètres + 4 mètres; débris de fer, de bois, os d'animaux, pas de poterie.

Fond n° 4. 6 mètres + 4 mètres, brindilles et éclat de bois, baryte pulvérisée.

Fond n° 5. Os d'animaux.

Fond n° 6. Un mortier, baryte pulvérisée. Os d'animaux.

Fond n° 7. Vieux fond avec murs. Un foyer dallé à gauche de la porte, un petit gond en fer, des scories, des tessons de poterie noire, un broyeur en grès.

Fond n° 8. Un ciseau ou coin plat sous un gros bloc, fer débris informes, clous, un fragment de clé forée du type mérovingien rencontré dans les palafittes du lac de *Paladru* (Isère), tessons de poterie noire, os d'animaux cuir, verre ancien.

Fond n° 9. Vieux fond, tessons de poterie rouge et noire, non vernis; bois, os d'animaux, scories et, à $0^m,20$ sous le gazon, un canal en pierre sèche comme ceux encore en usage dans les étables du pays.

Fond n° 13. Os d'animaux.

Fond n° 14. Débris anciens et modernes, poterie, lame de couteau, noyaux de pêche, coquilles de noix, os d'animaux, anthracite ; au bas, baryte concassée.

Fond n° 15. Tessons de poterie noire, fer, cuir, os, des broyeurs *(fig. 5)* dont un remarquable.

Fond n° 16. Fond récent, poteries modernes, os.

Fond n° 17. Grand fond, os, un canal.

Fond n° 18. Un foyer avec anthracite, bois, os, tessons de poterie rouge, vernie mais assez ancienne.

Fond n° 19. Grand fond pavé de larges dalles, plusieurs mortiers, une lame de couteau, anthracite, coquilles de noix, poterie noire, vieux tissus de laine, bois.

Fond n° 20. Plusieurs mortiers, le seuil de la porte formé d'une meule usée, un clou, une clavette et un gond en fer, poterie moderne.

Fond n° 21. Os, scories, poterie noire.

Fond n° 22. Tout près du ruisseau, poterie rouge non vernie, noyaux de cerise, noisettes, nombreux débris de bois dont une cheville, deux lits de baryte, du cuir, cendre et charbon de bois sur toute la surface du fond qui a du être ruiné par un incendie.

Au total, environ 60 mètres cubes de déblais, dont 10 mètres cubes tamisés.

Exhumé plus de 20 mortiers et relevé plus de 50 parmi les murs, ainsi que des meules entières ou fragmentées.

Le bois, le cuir, les étoffes de laine, les dents d'animaux étaient bien conservés, alors que les métaux, les os, le verre étaient très altérés ; parmi

de nombreux broyeurs en grès, une douzaine présentaient des cupules pour la préhension.

Il ne paraît pas que les constructeurs des cabanes aient suivi un plan, une méthode déterminée : certains fonds sont de simples rectangles d'environ 10 mètres de long sur 5 à 7 mètres de large ; l'un d'eux a même 17 mètres de long sur $7^m,30$ de large et a été divisé en trois compartiments ; les murs ont de $0^m,80$ à 1 mètre d'épaisseur.

Les seuils de portes, encore visibles le plus souvent, sont ouverts sur le sentier qui parfois passe entre deux rangs de constructions formant une rue. Quelques cabanes ont une forme carrée ; deux au moins sont des rectangles à angles arrondis ; d'autres sont deux rectangles inégaux accolés et séparés par un mur moins épais ; plusieurs ont une logette adossée à l'une de leurs faces, comme le sont, de nos jours, les loges à porcs dans certaines campagnes.

Ces masures devaient être très basses ; hommes et bêtes devaient vivre dans une promiscuité rappelée par celle qu'on trouve encore dans les pays montagneux, où les familles passent l'hiver dans l'écurie, l'endroit le plus chaud de la maison. Nos fouilles ne nous ont pas montré de traces de tuiles ayant pu servir à garnir les toits ; le chaume devait en faire tous les frais ; les morceaux d'ardoises rencontrés ont été relevés exclusivement dans les fonds récents.

Les pierres qui ont servi à édifier ces constructions proviennent soit des rochers qui portent le château, soit des blocs erratiques qui sont disséminés sur tout le plateau, soit aussi des matériaux extraits des galeries. J'ai remarqué, encastrées dans les murs, deux meules d'environ $1^m,10$ de diamètre, et entières ; pourtant, pour mieux les loger dans ce mur, elles avaient été tronquées chacune en deux points, parallèlement, de façon qu'il soit facile de les ajuster à d'autres blocs plus ou moins équarris.

POTERIES

Au nombre des débris extraits, les tessons de poteries sont parmi les plus intéressants. Voici le classement qu'on peut donner pour les poteries de Brandes :

Les vases représentés dans les deux premiers niveaux sont récents et rappellent les produits actuels de l'Ardèche ou de Vallauris.

Le troisième niveau a fourni des débris de vases vernis, mais à formes frustes et associés à d'autres tessons en terre grise ou noire, bien cuite, qui sont alors représentés abondamment et presque uniquement dans le quatrième niveau.

Les débris recueillis, d'épaisseur variable, appartiennent tous à un type

unique ; leur capacité devait osciller entre un demi-litre et deux litres au maximum.

Ces vases dont le fond rapporté est presque toujours légèrement convexe sont fréquents en Dauphiné : les uns sont ronds, sans bec ni anses, d'autres avec bec et la plupart avec bec et anse, cette dernière large et amorcée sur le bord et la panse du vase.

Ce type se rencontre déjà associé à la poterie samienne décadente et aux débris d'amphores romaines ; il se trouve encore au x^e^ siècle, et il est naturel de penser qu'à Brandes, pays reculé, il ait pu se perpétuer deux siècles plus tard.

L'absence, à Brandes, de poterie rouge, non vernie, de débris d'amphores, de tuiles à crochets, de vases samiens est plus concluante que l'absence de monnaies romaines, pour faire rejeter l'idée de première exploitation par les Romains ; il est inadmissible que les mines aient été *exploitées* par ces derniers seulement dix ans, sans qu'ils aient laissé des traces dont les plus valables et les plus concluantes sont surtout les débris céramiques divers.

Coupe idéale générale avec moyennes exprimées en centimètres.

ÉPAISSEUR DES COUCHES

1m,80	0m,05 à 0m,20	1	Gazon et poteries modernes vernies.	Anthracite, noyaux de pêche, etc.
	0m,10 à 0m,20	2	Poteries modernes vernies et autres anciennes quoique vernies.	Fer, noix, noisettes, os, bois, etc.
	0m,10 à 0m,20	3	Poteries anciennes vernies ou non, terre rouge et poteries noires non vernies.	Tissus, bois, fer, cuir, os, monnaies.
	0m,20 à 0m,50	4	Poteries noires non vernies.	Tissus abondants, bois, fer, cuir, os.
		5	Sous-sol ancien en place.	

Dans un pays autrefois bien boisé, les vases en bois devaient être nombreux et de grandes dimensions, rendant les grands vases en terre inutiles.

MÉTAUX

Le fer seul, était abondamment représenté dans les fouilles, mais toujours oxydé au point de ne pouvoir être étudié ; seuls des débris de fer d'équi-

dés, des ciseaux ou burins, des clous avaient conservé une forme appréciable.

La visite des galeries et le bouleversement des tas de baryte fourniraient sûrement des outils abandonnés ou perdus.

Le cuivre, à part la clochette extraite d'un niveau indéterminé, était toujours révélé sous forme d'oxyde, mais sans qu'on puisse déterminer une forme d'objet.

L'argent représenté seulement par les deux pièces de monnaie était très altéré et friable.

INDUSTRIES DIVERSES

Le travail du cuir et de la laine devenait une nécessité dans une agglomération de travailleurs subissant six à sept mois d'hiver; la boissellerie devait être variée; les vases à laitage, la vaisselle domestique et les outils aratoires, encore actuellement en bois dans la région, devaient être nombreux dans ce pays jadis très boisé *(fig. 4)*.



Fig. 4. — Mobilier fromager, etc., d'un châlet d'été.

Les nombreuses scories contenant du fer semblent indiquer que les outils étaient rechargés et refondus sur place; cet usage était fréquent au moyen âge où souvent chaque village se suffisait à lui-même, en condensant dans un petit rayon les industries indispensables à un pays dénué de moyens de communication.

TRAVAIL DES MINES

Ce chapitre doit embrasser forcément quelques-unes des exploitations minières voisines et les citations qui vont suivre seront brèves afin de ne pas développer outre mesure un sujet qui demanderait des volumes.

Voici au point de vue géologique quelques indications rélevées sur la Carte géologique des Grandes-Rousses, établie par M. Termier, ingénieur des mines (1) :

Huez, les chalets de l'Alpe, la plus grande partie du plateau de Brandes reposent sur le glaciaire; la chapelle Saint Nicolas est bâtie sur l'archéen granulitisé; la tour du Prince-Ladre est à la limite du terrain ci-dessus et de la granulite impure qui forme le reste du rocher de *Lou Montossa*, en allant à l'est. C'est au pied de ce rocher que sont situées les mines de Brandes; les filons sont à cheval sur les deux terrains. Le lac Blanc est bordé à l'ouest par la granulite, et à l'est par l'archéen granulitisé. Les exploitations anciennes paraissent être dans ce dernier.

L'examen des attaques et des galeries montre assez bien les procédés employés à Brandes et aux exploitations supérieures près du lac Blanc.

La roche minée au pic. à la broche et surtout à la pointerolle chassée au marteau, était ensuite par place portée à une température très élevée au moyen de foyers allumés dans les galeries, on projetait ensuite de l'eau froide contre les parois ainsi chauffées et on obtenait un craquelage de la roche qui en permettait un plus prompt abatage.

Ce procédé était encore employé en 1872 dans les filons de galène du *Grand-Clôt* près la Grave en Oisans.

Après cela, les matériaux abattus amenés à la surface du sol étaient triés, les déchets laissés sur place et le minerai transporté dans les cabanes où les femmes, les enfants et les vieillards devaient opérer le concassage.

Nous supposons donc, et nous en avons fait l'essai, que le mineur assis par terre, son enclume (un simple bloc de grès) *(fig. 2)* entre les jambes, n'avait qu'à prendre les morceaux de baryte et à les broyer sous les coups

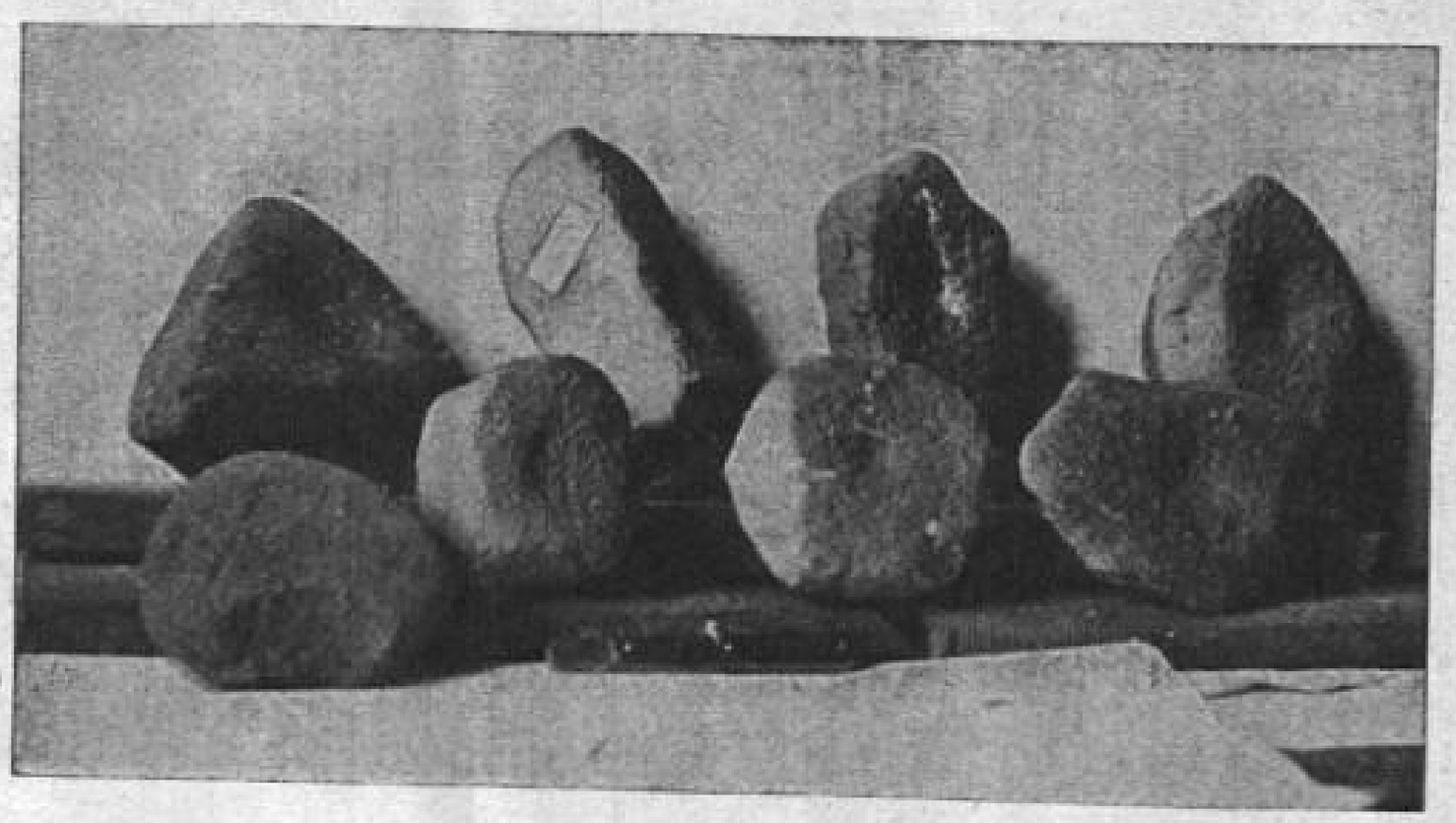


Fig. 5. — Broyeurs à cupules.

répétés de son percuteur en pierre. On peut même ajouter que le caillou divisait mieux cette roche que ne ferait le marteau d'acier plus brutal, plus

(1) *Le Massif des Grandes-Rousses*, par P. Termier. « Bull. des services de la Carte géologique de la France, etc. », n° 40, t. VI, 1894-1895. Paris, Baudry.

écraseur. A la longue, le grès se creusait et était rejeté, comme aussi les marteaux, les broyeurs en pierre, dont beaucoup ont été pourvus de cupules pour y loger les doigts et permettre une préhension plus facile *(fig. 5)*.

Du reste, on ne peut objecter qu'il eût été plus difficile d'opérer avec des pierres, quand on songe à l'habileté déployée par les ouvriers des temps préhistoriques fabriquant à coups de galet les lames et autres outils de silex souvent si réguliers.

Ensuite le produit du triage était bocardé dans des bassins de grès ou peut être simplement porté au moulin et enfin lavé (1).

L'opération de la fonte a pu être pratiquée à Brandes, mais rien n'est venu nous l'indiquer ; certains pensent que ce dernier travail se faisait à Allemont. Héricart de Thury (2) prétend qu'en construisant l'établissement qu'il appelle *fonderie impériale*, on aurait, en 1768, trouvé les vestiges d'une très ancienne fonderie précisément en un point nommé de temps immémorial les *Fourneaux* et renfermant quantité de scories et laitiers.

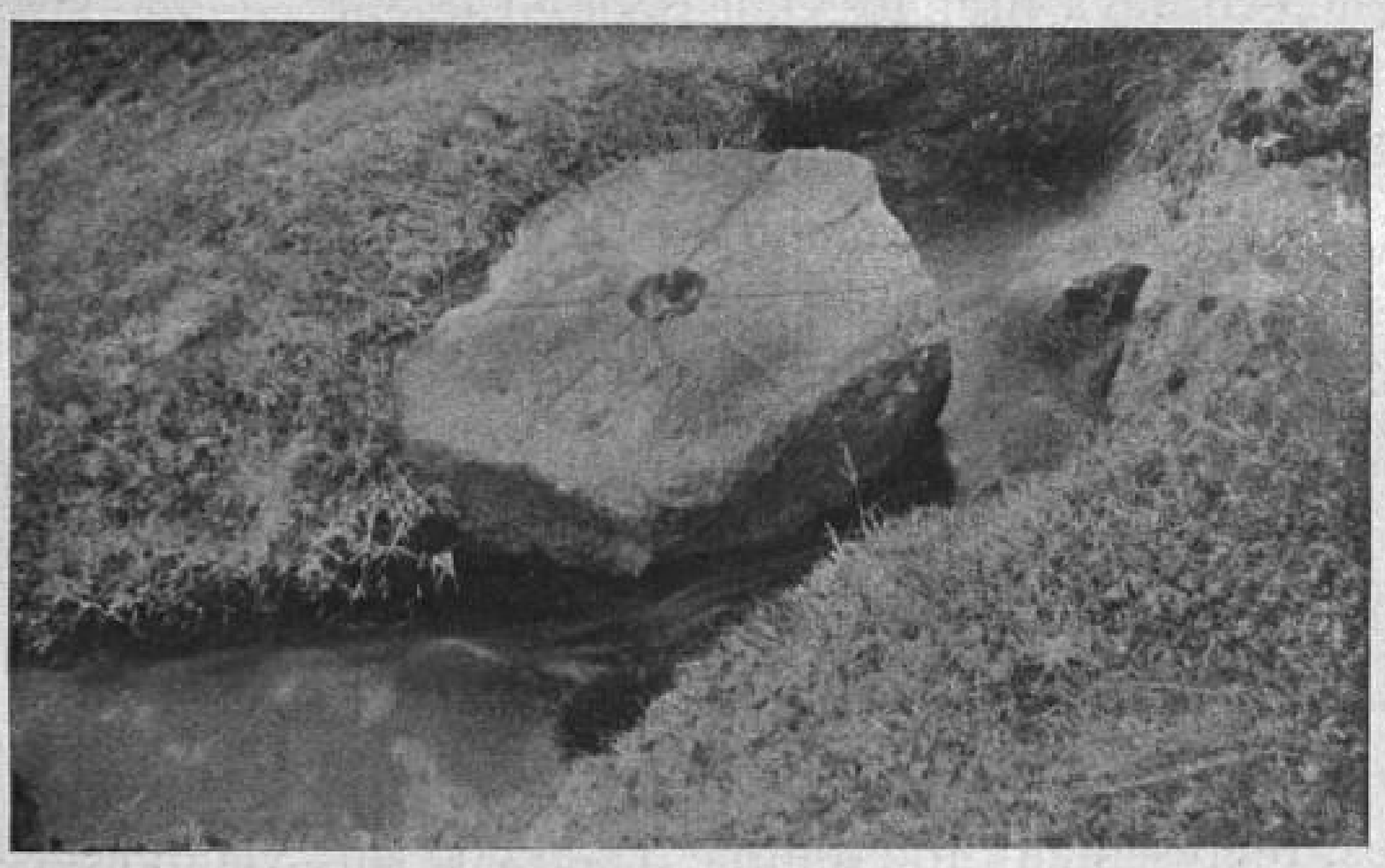


FIG. 6. — Type des meules en grès.

Les meules étaient prises sur place ou dans les environs immédiats de Brandes, à même les grès erratiques : certaines ont été laissées à côté du bloc dont ont les avait détachées, l'ouvrier les ayant jugées défectueuses. Près du ruisseau de l'ouest, plusieurs meules sont restées sur place, parfois par paires, quelques-unes baignant encore dans l'eau ; les unes cassées en deux, d'autres entières, rayonnées à coups de burin ou non ; elles ont l'air d'attendre que l'on veuille bien les remonter. Leurs dimensions sont à peu

(1) Dans les *Mémoires* de l'Académie de Lyon, classe des sciences, 2me série, t. XI et XII, M. Fournet, dit d'après un M. Gobet, « qu'un Allemand inventa le bocard en 1505, pour piler la mine à l'eau au lieu de moudre dans des moulins comme cela se pratiquait encore en France, en 1379 ».

(Cet Allemand a inventé probablement le bocardage mécanique, car il est certain que ce travail se faisait à la main aux temps les plus reculés et que le moulin écrasant le minerai était déjà un perfectionnement.)

(2) *Journal des Mines*, 22e vol., 2e semestre 1807, p. 281-316.

Exploitations immémoriales des montagnes d'Hez en Oisans, département de l'Isère, par L. HÉRICART DE THURY, ingénieur des mines.

près de 0m,95 à 1m,15 de diamètre, et la cavité centrale a environ de 0m,15 à 0m,17. De fortes encoches carrées montrent qu'elles étaient entraînées par les moyens qu'on emploie encore dans les moulins ordinaires. Nous avons relevé 5 ou 6 meules sans rayons et 4 rayonnées, 3 ou 4 fragments de meules lisses et 5 de meules rayées *(fig. 6)* ; en outre, on peut voir dans la combe, entre les premières cabanes et la chapelle ruinée de Saint-Nicolas, la moitié d'un beau mortier en grès dont voici les dimensions : largeur 1m,05, hauteur 0m,65, ouverture 0m,70, épaisseur moyenne des parois 0m,18 à 0m,20. Ce devait être, entière, une pièce magnifique, taillée avec beaucoup d'habileté ; deux morceaux du même mortier sont à quelque 50 mètres de là.

D'après H. de Thury, ces meules en grès houiller et en quartz grenu micacé auraient été plus nombreuses ; les habitants des communes voisines, Huez, etc., en auraient emporté des quantités pour leurs moulins, ainsi que des mortiers et bassins.

La galène extraite à Brandes était riche en argent, comme l'indiquent les les citations suivantes :

Pages 7 et 8 de son travail, M. Chabrand dit qu'en 1220 « le Dauphin faisait exploiter les mines d'argent de Brandes, dans la montagne d'Huez en Oisans. Elles étaient connues sous le nom de *l'Argentière* ou *l'Argenterie de Brandes*, *Argentaria de Brandis* ou *Crosum argenteriae de Brandis*. »

Ces mines étaient, de toutes celles des Alpes, certainement les plus importantes, à en juger par une clause du testament du Dauphin Guigues (André), en date du 4 des nones de mars 1226.

En vertu de cette clause, ce prince léguait pour la construction de l'église collégiale de Saint-André, à Grenoble, trois années de revenus des mines de Brandes, représentant une somme de 30.000 sols viennois, ce qui suppose un résultat brut de 50.000 sols par an, la part du prince n'étant que le cinquième de ce produit.

De très anciennes galeries furent retrouvées fréquemment au cours des nouvelles recherches faites en grand nombre vers la fin du XVIIIe siècle.

C'est, dit M. de Thury « à partir de la découverte de la mine d'argent des Challanches, en 1768, que les montagnards se mirent à parcourir les rochers pour découvrir d'autres mines ; de leurs recherches datent les découvertes des riches filons de plomb de Giroze, de l'Ourcière et de Pariset, de cuivre gris argentifère des glaciers du Villard-Arêne, les filons de plomb des glaciers d'Oulles et de Taillefer, de l'Herpie et des Grandes-Rousses et ceux de Freney, d'Auris et des glaciers de Saint-Christophe. »

La plupart de ces exploitations n'eurent pas de suite, étant donnés leur éloignement des centres habités, les dangers d'exploitation, le manque de combustibles, la rigueur du climat, autant d'obstacles à peine surmontables au commencement du XXe siècle.

Guettard, Crozet, Chabrand, Scipion Gras, Fournet, Fauché Prunelles et tant d'autres ont donné quantité d'indications de gisements miniers ayant été exploités ou non en Dauphiné ; on en trouvera une partie signalée dans le *Bulletin de la Société dauphinoise d'Ethnologie et d'Anthropologie* 1899, nº 2, p. 93 à p. 144. On ne peut passer sous silence l'existence de travaux importants et contemporains de ceux de Brandes situés à l'extrémité du lac *Blanc*, et dont certains sont à près de 2.700 mètres d'altitude.

De nombreuses galeries sont encore visibles aux environs du lac et plus haut, à l'ouest, vers les glaciers on en signale une dont l'entrée est fermée par une porte de fer ; des témoins dignes de foi l'ont vue et j'espère pouvoir me faire conduire sur son emplacement ; d'ailleurs, des fonds de cabanes et des monceaux de baryte brisée, près des rives du lac Blanc attestent, contrairement à l'opinion de M. Héricart de Thury, que le minerai était trié sur place et non descendu à Brandes à trois heures de marche, ce qui serait illogique.

ENSEIGNEMENTS TIRÉS DE LA FAUNE ET DE LA FLORE

Le massif de l'Herpie sur sa face sud et, par conséquent, le plateau de Brandes ne portent aucune forêt, pouvant servir de retraites à une faune nombreuse. Les crêtes sont fréquentées par des chamois ; les pentes abritaient encore quelques marmottes il y a dix ans et à part de rares oiseaux sédentaires ou de passage, et quelques lièvres, l'homme ne pourrait plus vivre dans ce pays qu'il a si bien ravagé.

Sur le plateau lui-même, des petits oiseaux, des taupes, des rats, d'énormes grenouilles, sont avec quelques couleuvres et deux variétés de vipères, l'une rousse, l'autre noirâtre, les seuls êtres animés qu'on y rencontre ; la vipère, quoi qu'en ait dit le docteur Roussillon se rencontre jusqu'à 2.200 mètres d'altitude. Au moyen âge, le cerf abondait ; le sanglier, l'ours étaient communs ; de nombreux récits, des actes mêmes en font foi ; seul le loup a survécu le plus longtemps.

Actuellement, le mouton dévastateur détruit les pentes gazonnées avec une rapidité navrante. Les personnes âgées de quarante et cinquante ans seulement, se rendent très bien compte des dégâts causés par ce quadrupède dont l'apparition estivale dans le pays date d'un siècle et qui depuis vingt ans vient en troupeaux de moins en moins nombreux, à mesure que ses ravages s'étendent.

Pour la *flore*, le résultat est semblable ; les mines, et nous en verrons la preuve, ont dévoré les forêts : du col de *Poutran* (environ 1.900 mètres) au-dessus d'Oz au col de *Sarrène* (2.000 mètres) en passant par Brandes et le Gua, sur trois heures de marche, pas un arbre ! la prairie et le rocher sont nus.

Pourtant, si on fouille les nombreuses tourbières exploitées actuellement

dans cette région, on y rencontre des troncs de mélèze, de sapin et de bouleau, cela, jusqu'à plus de 2.200 mètres d'altitude. Il en est de même du coté de Besse et du plateau de Paris, autre centre minier voisin.

Les rares essences survivantes se rencontrent dissimulées dans des courbes ou replis de terrain, à l'abri des vents persistants et autour de quelques tourbières dans des dépressions favorables.

Les plus grands de ces arbustes n'atteignent pas 1m 60. Voici la liste des espèces rencontrées et délerminées par M. Offner, préparateur à la Faculté des sciences (botanique) de Grenoble :

L'Aulne vert, *Alnus viridis* D. C., ici très fructifère, feuille petite.

L'Airelle des marais, *Vaccinium uliginosum*, L. On en rencontre deux espèces, différentes par leur fruit, l'un rond, l'autre ovale. Certains pieds en prairie ne dépassent pas 0m,10.

Le Bouleau blanc, *Betula alba* L. Les tiges très grêles portent des feuilles petites et très minces.

L'Érable à feuille d'Obier, *Acer Opulifolium* Vill. Tiges grêles, feuilles très découpées, presque toujours altérées par des parasites.

Le Peuplier tremble, *Populus tremula* L., paraît assez vigoureux, mais le bétail en pâture ne lui laisse pas plus qu'aux autres essences le loisir de se développer.

Le Sureau à grappe, *Sambucus racemosa* L., se rencontre surtout autour des vieux fonds de cabanes.

Le Rhododendron ferrugineux; pourtant si robuste, n'est représenté à Brandes que par de maigres touffes.

Un Rosier, *Rosa spinosissima* L., est assez fréquent ainsi qu'une espèce très petite et dépourvue d'épines, mais qui se développent abondamment une année après qu'on l'a transplantée dans la plaine.

Enfin quatre espèces de Saules grêles mais feuillus, qui sont avec quelques réserves :

Salix triandra L.
— *caprea* L.
— *arbuscula* L.
— *glauca* L.

On voit, par ce rapide énoncé, que quelques soins, une réglementation facile et peu onéreuse, permettraient un rapide reboisement, le revenu annuel procuré par les moutons serait avantageusement remplacé, les bienfaits du reboisement n'étant plus à démontrer.

CITATIONS RELATIVES AUX FORÊTS ET A LEUR DESTRUCTION

Pour l'Oisans, l'emploi du bois pour les galeries, l'abatage et la fonte des minerais a dû être d'une intensité exceptionnelle autour de Brandes, surtout

pendant la période Delphinale où chaque mineur travaillait pour ainsi dire sans direction, à la tâche.

En 1339, le Dauphin Humbert II ordonna la destruction des martinets à forger le fer et des fourneaux à faire le charbon, sis dans le voisinage de Grenoble, ces fourneaux étant, disait-il, *des abîmes de forêts, des gouffres voraces de bois*, ceci dans la crainte salutaire amenée déjà par une triste expérience, que l'abatage des bois ne crée la ruine des montagnes par l'augmentation de la force des torrents et conséquemment la dévastation des plaines. (Cit. J. Romans.)

C'est au XIV^e^ siècle que les chartes sont pleines de réglementations au sujet du déboisement; Humbert II intervint lui-même et fit mettre en défense certains quartiers, à cause des chevauchées, afin de permettre aux gens de guerre de trouver des chemins passables, ce qui fait voir que l'on s'apercevait déjà de la pénurie de bois et des ravages exercés par les pluies sur les pentes déboisées.

M. Chabrand *(loc. cit.)* nous dit qu'à Allevard, en 1282, les minerais de fer pouvaient être cherchés, extraits, etc., par les habitants du pays, moyennant un droit dit d'*antivage* dû au seigneur sur le fief duquel était ouverte la mine, en échange de la *fourniture du bois* nécessaire pour l'étayage de la mine.

Nous devons voir là une cause de déboisement qui a dû opérer rapidement à Brandes, étant donné l'importance de l'exploitation, sa durée et les nombreuses galeries que l'on ne connaîtra jamais toutes.

Toutes les pentes voisines de Brandes sur lesquelles on pouvait facilement couper les bois en ont été dépouillées; c'est le mauvais état et la difficulté des communications qui ont préservé quelques lambeaux de forêts d'une destruction totale, notamment à Auris, à Oz, à l'Armentier et à Villard-Reculas, toutes localités éloignées des mines de trois et quatre heures de marche.

FOUILLES PRATIQUÉES DANS LE CIMETIÈRE ET LA CHAPELLE DE SAINT-NICOLAS DE BRANDES

Des sondages pratiqués à diverses reprises dans la prairie qui entoure la chapelle, ou plutôt l'oratoire de Saint-Nicolas, nous ont démontré que le cimetière s'étendait sur une vaste surface et nous ont permis de recueillir, parmi un grand nombre d'ossements susceptibles d'être étudiés, quelques os longs et 28 crânes. Pour réunir cette quantité de documents anthropologiques, il a fallu remuer environ 9 à 10 mètres cubes de terre contenant plus de 50 squelettes.

Ces derniers, au cours des inhumations pratiquées pendant de longs siècles dans un espace restreint, ont été malmenés par la pioche des

fossoyeurs; il était difficile de reconnaître les anciennes inhumations des récentes, sauf pour les plus basses qui paraissaient bien en place.

C'est, du reste, parmi celles-ci que nous avons trouvé trois fortes boucles de formes anciennes en fer forgé, placées chacune vers la base des côtes, près du bassin.

Ces boucles, fixées à une ceinture quelconque, avaient été enfouies avec le défunt revêtu de quelques vêtements dont il n'a été retrouvé que des vestiges insignifiants.

Les trois squelettes auxquels vraisemblablement on peut attribuer les boucles de ceintures étaient masculins. Au cours des exhumations, nous avons relevé la présence de squelettes d'enfants nouveau-nés, de jeunes de tout âge, d'adultes et de vieillards des deux sexes; ce qui confirme bien que Saint-Nicolas de Brandes était une paroisse distincte de ses voisines.

D'après un premier examen fait par le docteur Bordier (directeur de l'École de médecine de Grenoble), la race représentée est franchement celte, brachycéphale et de petite taille. Cette série de 28 crânes fera de la part de ce savant anthropologiste l'objet d'un mémoire séparé.

Les os longs présentent des attaches musculaires saillantes et vigoureuses, choses bien naturelles chez des montagnards exerçant une profession pénible. Le docteur Roussillon (1) p. 108, dit que les communes élevées fournissent, par défaut de taille, un grand nombre d'exemptions au service militaire, un dixième environ.

La population de Brandes était petite, mais néanmoins on peut constater de nos jours, dans les villages voisins, une forte proportion d'individus ayant $1^{m},70$ et $1^{m},80$. Il est évident qu'une race, peu renouvelée, soumise pendant des siècles au dur travail des mines, a pu se modifier et présenter finalement une moyenne de taille au-dessous de celle des habitants des villages voisins vivant à l'air libre.

Quelques corps étaient disposés sous de longues dalles de schiste ou de grès : l'une d'elles, de 2 mètres de longueur environ, présentait un trou foré à une extrémité pour en permettre le transport; les trois plus grandes portaient de grossiers tracés de croix figurées en creux à coup de burin; les plus petites, au nombre de quatre ou cinq, ne couvraient que des os d'enfants.

Nous n'avons pas trouvé trace de cercueil en bois.

Quelques clous, quelques os d'animaux, débris de repas des fossoyeurs, et un broyeur quadrangulaire portant quatre cupules de préhension, avec les boucles, sont les seuls objets trouvés près des squelettes.

Le broyeur et des débris de baryte indiquent clairement qu'on a transporté de la terre sur le cimetière à une époque ancienne.

(1) Essai historique et statistique sur l'Oisans, par M. Roussillon, docteur médecin au Bourg-d'Oisans. (*Bul. Société de statistique du département de l'Isère*, t. IV, 1848).

Des débris de maçonnerie antique à la chaux grasse ont été mis à jour dans le sol du cimetière, montrant par leur position que cette nécropole avait été exhaussée à une époque très ancienne. Cette maçonnerie — contrefort adossé à une muraille, — pouvait être un des vestiges de l'ancienne église, dont les débris ont servi, en 1752, à élever une petite chapelle aujourd'hui en ruine *(fig. 7)*.



FIG. 7. — Ruines de la chapelle Saint-Nicolas.

Ce dernier monument de $6^m,05$ sur $4^m,10$ de creux, avec des murs de $0^m,80$ d'épaisseur, a été sondé dans toute sa longueur : le sol vers l'autel était recouvert d'énormes lauzes de schiste, semblables aux dalles tombales citées plus haut ; plusieurs ont été enlevées sans qu'on pût découvrir le tombeau de marbre blanc trouvé en 1776 (?) par M. Culet, curé d'Huez.

Dans l'encadrement de la porte de la chapelle, large de $0^m,91$ c., nous avons trouvé un bloc de tuf qui portait une inscription, donnant probablement en *PP* une invocation *priez pour (nous)*; en *VHO* les initiales du donateur ou du restaurateur et en 1752 la date de ladite restauration.

Depuis environ vingt-cinq ans la toiture de la chapelle a disparu et avec elle la voûte et les murs se sont effondrés.

Avec les débris de la chapelle, la piété locale a érigé un oratoire dont la niche est trop petite et abrite mal un pauvre Saint-Nicolas en bois, d'un assez bon travail aux pieds duquel quelques fidèles viennent prier.

Saint Nicolas a la très ancienne réputation dans le pays de favoriser les unions légitimes ; aussi les jeunes filles et les veuves viennent-elles à l'envie intercéder le bon saint. Encore faut-il procéder de certaine façon pour que la demande ait quelque chance d'être agréée.

Il faut s'agenouiller fort longtemps sur une pierre anguleuse que les dévotes apportent parfois de loin, et dire de longues prières. Il nous a été

donné d'assister deux fois à cette superstitieuse *coutume* qui pourrait bien être le vestige d'un culte païen.

Nous n'avons recueilli dans la région aucune indication sur la date exacte de l'abandon de la paroisse et du cimetière de Brandes ; mais Guy Allard raconte que Laurent Allemand, évêque de Grenoble, qui visita le mandement d'Oisans en 1494, indique Brandes comme étant une paroisse de ce mandement dédiée à saint Nicolas, de la nomination du Prieur de La Garde et annexée à celle d'Huez.

L'exploitation des mines avait déjà cessé, et la population qui vivait surtout des *cros et pertuis*, n'ayant plus de motifs pour habiter une région devenue inhospitalière surtout depuis la destruction des forêts, dut profiter en partie de l'extension des exploitations minières du XV^e^ et du XVI^e^ siècle, pour s'expatrier et offrir ses bras et son expérience aux concessionnaires des mines nouvelles du Dauphiné qui devaient même les rechercher.

HISTOIRE GÉNÉRALE

Sous ce titre, nous allons résumer une partie de ce qui a été écrit sur l'origine des Brandes et sur celle de l'exploitation des mines.

Beaucoup d'auteurs, qui se sont du reste reposés l'un sur l'autre du soin de vérifier l'exactitude des faits signalés, veulent faire remonter l'exploitation minière à l'époque romaine en se basant surtout sur les *voies* dites romaines qui sillonnent tous les hauts plateaux de l'Oisans.

Des monnaies romaines ont été trouvées à La Garde, à Armentier, à Auris, une à Brandes, au bas des galeries, dans la combe basse, et en d'autres lieux; des passages ont été taillés dans la roche à l'époque romaine, notamment le chemin et la porte de Bons près du Mont de Lans, et une voie principale reliait Vizille, le Bourg-d'Oisans, La Grave et Briançon, avec des ramifications pour les hauts plateaux, si même la voie principale ne traversait pas parfois ces derniers. Mais cela ne prouve pas que les mines de Brandes aient été exploitées par les Romains, pas plus que l'existence de ces voies *pavées* ne doive les faire toutes attribuer à ceux-ci. Il faut bien comprendre que la voie pavée, « *ferrée* », est une nécessité en montagne pour les transports à dos d'animaux : c'est de cette façon qu'on entretient encore aujourd'hui les anciens chemins et qu'on en crée de nouveaux.

Si l'on était sûr que les *Uceni* connaissaient les filons de Brandes comme du reste les Gaulois en connaissaient et en exploitaient d'autres en Dauphiné, en Savoie, etc., on pourrait affirmer que les Romains en auraient continué leur exploitation ; nombreux sont les exemples probants.

Il faut donc rejeter jusqu'à plus amples preuves l'idée de l'exploitation romaine à Brandes, comme aussi la fable des vingt mille légionnaires surveillant

(1) *Sur l'histoire, les antiquités, usages, etc., du département des Hautes-Alpes,* LADOUCETTE (vers 1808).
(P. 53) Dans un livre curieux, Ladoucette nous dit que dans l'antiquité une voie conduisait (partant de *Brigantium*) à *Cularo* (Grenoble), par *Stabatio, Durotinco, Mellosedo, Catorissium,* dont il n'existe plus de vestiges.
D'Anville retrouve la première station au Monêtier, où étaient les *Nementuri...,* il fixe la seconde au Villars-d'Arène, où étaient les *Verusi ;* et la troisième à Mizouin ; la voie romaine aurait eu, dans ce cas, à peu près la même direction que la route actuelle (c'est-à-dire en 1806).

cent mille condamnés aux mines ; pas un des auteurs qui se sont fait l'écho de cette fantastique légende n'a songé à l'impossibilité de nourrir et de loger cent vingt mille hommes sur un espace aussi restreint ; de plus, il serait logique de se demander ce que sont devenus leurs os (?)

Que penser aussi du récit fait par E. de Thury (1), Breton d'origine, décrivant un dolmen, tantôt à Brandes, tantôt près du lac Blanc, contredit par le docteur Roussillon qui en avait trouvé un autre et tous deux démentis par les vieillards habitant Huez, dont les souvenirs étaient complètement muets à ce sujet ?

D'autres auteurs veulent que ce soient les Sarrasins qui aient découvert les filons et commencé l'exploitation à Brandes ; dans un travail remarquable d'une grande érudition, Fauché-Prunelles prétend que tous les travaux de Brandes (2), tour, cabanes, galeries, sont l'œuvre des Sarrasins ; les Dauphins, après l'anéantissement de la puissance des Maures, n'auraient fait que continuer leurs travaux. A l'appui de sa thèse, cet auteur cite une profusion de noms d'hommes, de villages, de cours d'eau, de montagnes qui seraient soit d'origine sarrazine, soit anciens, mais espagnolisés ; il en a trouvé des quantités, jusque dans de vieux titres.

Le Prince Ladre ne serait qu'un *larron*, *ladro* et *latro* signifiant *larron* et non, *ladre* ou *lépreux*, tant en espagnol qu'en latin. Il n'y aurait eu là qu'un chef rançonnant les mineurs travaillant sous son joug.

Il ferait dériver Mizoën, Oz, Huez etc. de l'arabe, alors que d'autres font venir Mizoën de *Melosedun*, Huez de *Huis*, Oz de *Vereau* ? (vers les eaux) ; on a également attribué aux Sarrasins le canal de Villard-Reculas, qui amène à ce village les eaux du lac Blanc ; mais certains lui donnent 8.000 mètres de long, d'autres 12.000. Qui croire ?

Des volumes d'hypothèses ne prouvent rien ; les actes anciens authentiques étant absents, il faut trouver des objets caractéristiques et pouvant dater le milieu les renfermant.

Il faut donc pour l'instant placer le début des travaux de Brandes de la fin du IX^e^ ou au début du X^e^ siècle.

Héricart de Thury dit d'une façon affirmative, mais sans donner de références, que les travaux les plus anciens dont on a une connaissance certaine sont ceux qui avaient été entrepris sous les Dauphins, mais qu'avant eux on avait déjà ouvert un grand nombre de mines ? L'abandon de l'exploitation peut être sûrement reporté à la fin du XIV^e^ siècle, car, dans un titre du 6 décembre 1404, conservé par un habitant d'Huez et communiqué à H. de Thury lors de ses explorations en Oisans, il est fait mention de prairies situées en dessous des anciennes mines de Brandes *fossæ fodinæque antiquæ Brandarum* (probablement dans la *Combe basse*, au pied des rochers où s'ouvrent les ouvertures des galeries).

Il est certain que la période dite Delphinale a été celle de la plus grande activité à Brandes.

D'après la tradition, le dauphin Humbert II y aurait habité la tour et en aurait daté quelques lettres-patentes portant les mots suivants : *Datum in palatio nostro de Brandis sub monte.*

La tour ou château du *Prince-Ladre*, dont la base seule est encore visible ainsi qu'une partie du fossé qui l'entoure aurait servi de demeure au surveillant

(1) *Monuments celtiques ou recherches sur le culte des pierres, etc.*, par M. Cambry. Paris. Johanneau, an XIII-1805.

(2) FAUCHÉ-PRUNELLES, *Les Sarrasins en Dauphiné*, « Bulletin de l'Académie Delphinale » 1846-49-50.

des travaux, ou tout au moins au *gardier* chargé de prélever l'impôt delphinal ; la légende veut aussi y faire habiter, pendant de longues années, un membre de la famille des Dauphins, lequel, atteint de la lèpre, serait venu à Brandes pour y cacher son infirmité.

Il ne reste plus de ce bâtiment que quelques pierres amoncelées, débris encore reconnaissables de murs auxquels nous avons trouvé $1^{m},80$ d'épaisseur, au lieu de 2 mètres indiqués par Héricart. Le diamètre exact de la tour est de 21 mètres; son diamètre intérieur est de 18 mètres au lieu de 10 mètres indiqués par cet ingénieur.

Des personnes âgées affirment avoir encore vu, il y a cinquante ans, une forme de fenêtre en façade sur le côté nord de la tour.

Sur la plate-forme on distingue encore des divisions intérieures, dont une a des murs de $0^{m},60$. (Voir le plan, *fig. 8*). Le sol porte encore la trace de nombreuses fouilles au cours desquelles, il y a très longtemps (nous n'avons pu avoir aucune indication de date), une *cuillère d'or* et divers objets, pièce d'argent, sabre, etc., que nous n'avons pu voir, auraient été mis à jour.

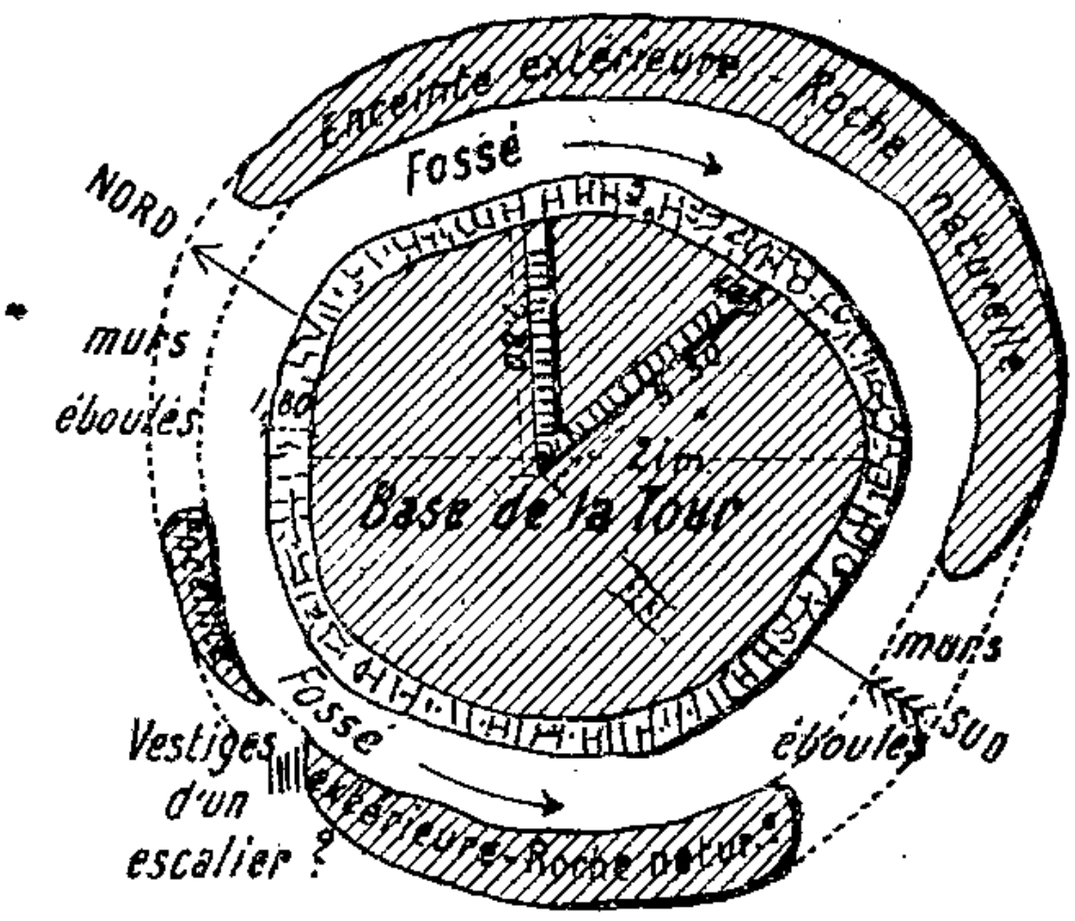


FIG. 8. — Plan de la tour.

Les fossés à la hauteur de la plate-forme ont de $6^{m},20$ à $8^{m},70$ de large et 5 à 6 mètres de profondeur; le fond irrégulier, bien moins large que le bord, est comblé en partie par les débris des murs, parmi lesquels nous n'avons pas encore trouvé trace d'un mortier de chaux indiqué par plusieurs auteurs.

Le mur d'enceinte et les fossés ont été dégagés, taillés dans la roche elle-même sur presque tout le pourtour. A moins que beaucoup de matériaux n'aient été précipités dans le vallon de Brandes, nous ne pensons pas que ce qu'il en reste ait pu constituer une tour de grande hauteur.

En examinant attentivement les rochers des environs, nous n'avons pas encore découvert de vestiges d'habitations, ni les traces du chemin qui devait conduire à la tour.

Les fossés donneraient sûrement quelques objets ; la fouille n'en serait pas difficile.

L'examen des murs nous a montré que le mortier employé pour en lier les pierres n'était que de l'argile contenant des parcelles de baryte, ce qui prouverait que la construction de cette tour aurait eu lieu après une première période d'exploitation : la terre nécessaire au lutage des pierres du château, prise dans le vallon, renfermait déja des résidus de concassage.

CONCLUSION

La conclusion qui s'impose à la suite de cette étude, c'est qu'il y aurait grand bénéfice, pour l'histoire des hauts plateaux de l'Oisans, que les archives encore existantes fussent soigneusement inventoriées; que les autres villages abandonnés, la *Stérane* (commune d'Auris), les *Tréous* du Freney et d'au-

tres encore probablement, soit sur le plateau de Paris, soit dans le vallon de Beaulior, etc., fussent fouillés méthodiquement, et qu'à Brandes où il y a encore tant à faire, le cimetière, la chapelle, le château, fussent explorés à fond. Les fonds de cabanes, les galeries pourraient encore donner d'excellentes indications, ainsi que les vestiges d'habitat éparpillés sur les flancs de l'Herpie, près des anciennes galeries.

J'espère, avec la bonne volonté de nombreux collaborateurs bénévoles et l'assistance financière que diverses Sociétés voudront probablement bien me continuer, arriver à un résultat positif et définitivement acquis concernant Brandes et ses environs.

Je dois de vifs remerciements à M. Maignien, conservateur du musée-bibliothèque; à nos collègues M. A. Picaud, répétiteur général au lycée de Grenoble, et M. L. Bouvat, lauréat de l'École des langues orientales à Paris, qui m'ont obligeamment aidé.

Je ne peux oublier M. Chalvin, instituteur, et M. Nugues, curé à Huez, qui m'ont communiqué de nombreux renseignements. M. Chalvin même m'a accompagné à plusieurs reprises, ainsi que M. de Villenoisy, fidèle compagnon d'excursions et de fouilles que j'ai mis à contribution sans réserve et qui n'oubliera pas non plus les excellentes et courtes journées passées ensemble sur les hauts plateaux de l'Oisans.

Il ne m'est pas permis de passer sous silence l'empressement avec lequel certaines Sociétés savantes ont bien voulu répondre à mes demandes, entre autres, l'Académie de Lyon qui, avec une rare complaisance, m'a envoyé des volumes de sa précieuse collection. Mes remerciements s'adressent aussi aux distingués bibliothécaires de l'Académie de Lyon et de la Société Éduenne d'Autun.

M. J. CHOQUET

Professeur à l'École dentaire de Paris.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'ARRÊT DE LA CARIE DENTAIRE [617.62]

— Séance du 9 septembre —

J'ai démontré dans des travaux antérieurs (1) la véracité de la théorie émise par Galippe au sujet de la continuation de la carie dentaire sous des obturations faites avec tout le soin désirable, et cela au bout d'un temps

(1) *Académie des Sciences ; Société de Biologie,* 1900.

plus ou moins long, suivant l'état général du sujet et le coefficient de résistance de la dent. J'ai réussi à reproduire sur les dents d'un animal vivant, le mouton, les altérations pathologiques inhérentes à cette affection, en creusant dans celles-ci des cavités artificielles, que j'ensemençai chacune avec un microbe différent, provenant d'une carie ayant continué sous des obturations bien faites. Le tout était recouvert d'une obturation en tous points semblable à celles que nous faisons dans notre clientèle. Il va de soi qu'une asepsie rigoureuse a été observée pour ces expériences. La question qui est étudiée aujourd'hui est la suivante : réussir à enrayer la prolifération lente des micro-organismes disséminés dans la profondeur des canalicules dentinaires. En un mot, le but que nous visons, c'est l'arrêt définitif de la carie dentaire.

Si jusqu'ici les diverses tentatives faites pour obtenir la stérilisation de la dentine, et conséquemment l'arrêt de la carie, n'ont donné que des résultats négatifs, cela tient à ce que les méthodes employées ne l'étaient que d'une façon empirique. On ne tenait pas compte des règles inhérentes à la bonne préparation de pièces histologiques. Ce sont ces règles que nous avons mises en pratique depuis plus de cinq ans dans notre clientèle et qui nous ont donné des résultats parfaits.

Voici la marche à suivre : 1° nettoyage mécanique de la cavité à obturer, au moyen de la fraise; 2° déshydratation, non pas au moyen de l'air très chaud, mais de l'air tiède, auquel on associe ensuite l'action énergique de l'alcool à des *titres successifs* et de plus en plus élevés jusqu'à l'alcool absolu; 3° séchage à l'air chaud et remplacement de l'alcool par le mélange alcool, xylène, essence de géranium et hydronaphtol. Des dents traitées de cette façon, en prenant la précaution de laisser pendant 24 heures dans la cavité un pansement recouvert de gutta, destiné à empêcher la pénétration de la salive, n'ont donné aucun résultat comme développement microbien. Au contraire, des dents n'ayant pas subi la déshydratation par l'alcool à des degrés successifs et obturées pendant le même laps de temps que les précédentes avec le même pansement, ont toujours donné naissance à une culture polymicrobienne après ensemencement dans les différents milieux nutritifs employés en bactériologie. Dans le premier cas, si nous voulons nous assurer de la pénétration de l'hydronaphtol dans la couche de dentine qui recouvre la pulpe, nous n'avons qu'à déposer sur celle-ci une goutte de nitrate acide de mercure qui la colorera en jaune foncé, tandis que dans le second cas, alors qu'il n'y aura pas eu pénétration par suite d'une déshydratation défectueuse, le nitrate acide de mercure colorera la dentine en rose pâle.

Ce sont ces résultats qui ont été présentés en mon nom cette année, à la Société de Biologie, par M. Malassez, à qui nous ne saurions adresser trop de remerciements.

Depuis cette époque, on nous a fait quelques observations au sujet de notre manuel opératoire, et entre autres, on nous faisait remarquer que l'hydronaphtol, après avoir tué les microbes disséminés dans la dentine, devait, par absorption, tuer la pulpe. Nos assertions sont basées sur des observations et sur des expériences personnelles et précises, et nous répondrons à notre collègue à l'École dentaire de Paris, M. Albert Loup : 1° qu'il lui est matériellement impossible de déshydrater une portion de dentine au moyen de chloroforme, comme il le fait soit-disant, vu le peu de solubilité de celui-ci dans l'eau; 2° qu'il est absolument irrationnel de confier à la nature seule le soin de réagir dans le cas qui nous occupe; 3° que l'antisepsie n'est pas, comme il le dit, la création d'un milieu impropre à toute vitalité; 4° que dans la dent, après la mort ou la disparition de la pulpe, la portion vivante, n'est pas le cément, mais bien le ligament alvéolo-dentaire, sans lequel la dent ne tiendrait pas dans son alvéole; 5° que l'hydronaphtol employé comme nous l'indiquons, loin de tuer la pulpe, sert pour ainsi dire d'excitant à la couche odontoblastique de celle-ci; 6° que les odontoblastes et non les fibrilles dentinaires, comme le dit mon collègue, viennent à sécréter de la dentine secondaire très appréciable après huit jours, dentine secondaire que nous ne pouvons mieux comparer qu'à la sclérose qui se produit dans l'organisme.

Nos conclusions sont les suivantes : nous pouvons affirmer aujourd'hui que la carie dentaire, phénomène pathologique, peut être arrêtée d'une façon complète sans nuire en quoi que ce soit à l'intégrité physiologique de la pulpe.

M. MENDEL-JOSEPH

Professeur suppléant à l'École dentaire de Paris.

DES CONDITIONS DE LA SENSIBILITÉ DE LA DENT. MODE D'INNERVATION DE LA PULPE DENTAIRE. ÉTUDE HISTORIQUE

[617-60]

— Séance du 9 septembre. —

Deux raisons distinctes, l'une d'ordre purement spéculatif, l'autre essentiellement pratique, m'incitent à entreprendre cette étude. La première réside dans le besoin d'une connaissance exacte des conditions qui régissent les phénomènes de la sensibilité de la dent en général ; la seconde est déterminée par le désir de contribuer à la recherche des moyens aptes à

procurer l'analgésie de la substance fondamentale de la dent. Cette distinction d'intérêt que j'attache à l'étude des divers tissus dentaires est facile à comprendre. Il y a un intérêt scientifique général à connaître avec précision les conditions de l'innervation de toutes les parties constitutives de l'organe dentaire ; il y a en plus, un intérêt pratique immédiat et considérable à connaître le mode de réaction sensitive de la dentine, ainsi que les relations de l'innervation pulpaire avec la substance de la dentine. La sensibilité de cette dernière intéresse en effet à un très haut point ; nous l'observons à tout instant et nous sommes souvent appelés à combattre ses manifestations morbides. Or, il est malaisé, sans connaître la nature exacte d'un tissu, ses particularités structurales, d'y appliquer un remède obéissant à une indication précise ; et il n'est pas moins facile de poursuivre, dans les mêmes conditions, la recherche méthodique d'une matière médicamenteuse d'un effet thérapeutique déterminé. Et c'est justement le cas où nous nous trouvons en ce qui concerne la dentine, dont nous ignorons encore certaines conditions importantes de structure tout aussi bien que la physiologie.

Aussi, dans cette question de sensibilité de la dent, l'attention des auteurs a-t-elle été avec prédilection portée sur le mécanisme particulier de la sensibilité de la dentine. Le problème est en effet délicat, complexe. séduisant. Des questions diverses se pressent à ce sujet : les fibres dentinaires sont-elles toutes de la même nature ? N'y a-t-il point dans les canalicules d'autres fibrilles, de nature nerveuse, aptes à fournir l'explication de la sensibilité de ce tissu ? Par quel procédé, dans l'une des hypothèses admises, les impressions recueillies à la périphérie sont-elles transmises au centre de l'organe ? Enfin, quel est le mode de terminaison nerveuse de la pulpe et quelles sont les relations que ces terminaisons présentent avec la substance de la dentine ?

Plusieurs auteurs firent des efforts pour élucider ces différents points. Quelques-uns y consacrèrent des études importantes, approfondies et parvinrent à projeter une vive lumière sur certains points litigieux. Mais le sujet ne saurait être considéré comme définitivement épuisé. De nouvelles recherches s'imposent pour éclairer plus complètement les faits insuffisamment mis en évidence et dissiper l'obscurité qui enveloppe certains autres dont l'intérêt attirait moins vivement l'attention des observateurs.

Nous venons donc d'entreprendre pour notre part une série de recherches dans l'espoir de pouvoir apporter quelque contribution intéressante ou utile. Mais nous ne voulons point limiter nos recherches à l'étude de l'innervation pulpaire. Nous nous efforcerons d'embrasser dans son ensemble la totalité des conditions qui concourent à la sensibilité de la dent. Estimant les données de l'histologie d'un secours puissant et primordial dans l'interprétation des phénomènes qui nous intéressent, nous insiste-

rons tout d'abord et d'une façon toute spéciale sur les recherches histologiques de l'appareil de l'innervation intra et extradentaire.

Nous serons heureux de vous apporter plus tard les résultats de nos études. En attendant, il nous a paru intéressant et opportun, dans ce Congrès de l'Association française pour l'Avancement des sciences, de présenter une étude analytique et précise de recherches qui ont été entreprises jusqu'aujourd'hui pour déterminer le mode de distribution et de terminaison nerveuse dans la pulpe dentaire.

Avant 1857, époque mémorable où parut la thèse inaugurale de Magitot intitulée : *Études sur le développement et la structure des dents humaines*, nous ne trouvons que de vagues et fort incomplètes indications relatives à l'appareil de l'innervation pulpaire. Magitot, lui aussi, dans l'ouvrage que nous venons de citer, ne fait, en somme, que préciser les connaissances passablement sommaires qu'on possédait à ce moment sur ce sujet. La pulpe présente, selon lui, un système de ramifications nerveuses extrêmement riche. « Dans chaque racine pénètre un filet nerveux qui, suivant Kölliker, a de $0^{mm},07$ à $0^{mm},09$ de diamètre, accompagné de plusieurs autres ramuscules (jusqu'à six et davantage) n'ayant que $0^{mm},02$ à $0^{mm},05$. Les rameaux se dirigent vers la pulpe, y pénètrent, s'y ramifient et forment un plexus très serré qui se termine par des fibres primitives de $0^{mm},002$ à $0^{mm},005$ de largeur. Ces fibres se terminent à leur tour soit par des anses (Wagner), soit par des extrémités coniques, ou renflées en boutons (Robin).

Non moins généraux sont les termes de la description du mode de terminaison de la pulpe. Voici, en effet, ce qu'il en dit (1) : « Les nerfs, également très nombreux, se développent beaucoup plus tard que les vaisseaux; leur mode de terminaison encore peu étudié paraît se faire, d'après Charles Robin, par des extrémités libres et non par des anses comme des capillaires. Cette extrémité, dépourvue de corpuscules, de tact ou de Pacini, serait conique ou légèrement renflée en bouton. »

Cette façon de voir était sensiblement celle que professa, vers la même époque, J. Tomes. Après avoir constaté la présence d'un grand nombre de filaments nerveux dans la pulpe dentaire, il s'empresse de remarquer que (2) « l'on ne connaît pas d'une manière certaine le mode de terminaison exact des fibres nerveuses dans la pulpe; les fibrilles primitives qui sont extrêmement abondantes près de sa surface forment généralement des réseaux mais sans que ceux-ci semblent être leur véritable terminaison. »

Mais voici un fait nouveau et particulièrement intéressant : « Boll, continue l'auteur, semble avoir fait des recherches plus fructueuses que les autres auteurs. Sur une pulpe plongée pendant une heure dans une

(1) MAGITOT, *loco citato*, page 23.
(2) J. TOMES, *Manual of Dental Anatomy*. Traduction Cruet.

solution diluée d'acide chromique il a pu distinguer, près de la surface de l'organe, une quantité innombrable de fibrilles nerveuses déliées dépourvues de myéline (il a pu les suivre et constater d'ailleurs leur continuité avec les fibres à myéline plus volumineuses). La destination dernière de ces fibrilles est absente, mais Boll les a vues traverser la membrane d'ivoire et suivre une direction parallèle à celle des fibrilles dentinaires en nombre tel qu'il a conclu qu'elles avaient été arrachées aussi des tubes de l'ivoire. »

Les observations si suggestives de Boll semblent avoir été confirmées par les travaux de Mummery qui, d'après le témoignage de Ch. Tomes (1), s'est occupé de la question plusieurs années durant. « En suivant la méthode de préparation de Boll, le procédé de Weill, ainsi que le mode de préparation par décalcification, il acquit la conviction qu'il fit partager aux autres, qu'un grand nombre de fibrilles passent de la pulpe dans la dentine, ces fibres étant plus déliées que les fibres dentinaires proprement dites. Il n'a pu cependant réussir à voir ce qu'elles deviennent lorsqu'elles atteignent la dentine. Au moyen de divers colorants, particulièrement au moyen de fer, suivi de tannin, il réussit à les colorer, et l'on put les suivre en bas et les voir se continuer avec les troncs nerveux un peu au-dessous de la surface de la pulpe. Ces troncs nerveux étaient représentés par des faisceaux de fibres sans myéline des cylindres-axes nus. Mummery est ainsi convaincu que la dentine est parcourue non seulement par des fibres dentinaires, mais encore par des fibres plus fines. Quelques-unes de ces dernières émergent de cellules pyriformes disposées près de la surface de la pulpe; d'autres semblent émaner de points situés plus profondément dans la pulpe. »

Cette théorie trouva un partisan et un nouveau défenseur en la personne de M. Morgensterne qui consacra à ce sujet deux études, dont l'une parut en 1892 et l'autre en 1895 dans la *Deutsche Monatschrift fur Zahnheilkunde* (2).

S'appuyant sur ses recherches histologiques, dont il publia les méthodes dans la seconde étude de 1895, l'auteur croit pouvoir affirmer que la dentine est parcourue par les éléments nerveux, non pas dans toute sa masse, mais en certains points bien définis. Des faisceaux des cylindres-axes recouverts d'une mince gaine de myéline émergent de la pulpe particulièrement au niveau de ses cornes; ils parcourent la substance fondamentale dans les canalicules, dont les uns sont plus larges, les autres plus petits que les canaux des fibrilles dentinaires; les méthodes ordinaires de

(1) CH. TOMES, *Notes on recent investigations upon the nerves of the pulpe. Journal of the British Dental Association* 1892.

(2) MORGENSTERNE, *Ueber das Vorkommen von Nerven in den harten Zahnsubstanzen. Deutsche Monats. fur Zahnheilkunde*, vol. X, 1892, vol. XIII, 1895.

recherches suffisent pour les distinguer de ces dernières. Chaque canal contient au moins deux cylindres-axes qui vers la limite de la dentine se terminent : 1° à la périphérie de la dentine ; 2° à l'endroit de jonction de la dentine avec l'émail ou le cément; 3° dans le tissu de l'émail. Dans la dentine ou dans le *stratum intermédium* les cylindres-axes prennent des terminaisons pyriformes ou ellipsoïdes. Dans l'émail ils se terminent de différentes manières : tantôt ils pénètrent dans ce tissu, y parcourent une faible distance et se terminent comme dans la dentine; tantôt ils aboutissent aux corps allongés nucléaires et affectent l'un des modes suivants de terminaison : *a*) le cylindre-axe peut passer à travers le corpuscule nerveux tout entier pour se terminer à la périphérie ; *b*) le cylindre-axe peut se terminer par l'un de ces corpuscules nerveux; *c*) le cylindre-axe peut traverser tout le corpuscule, contourner un ou plusieurs nucléodes pour se terminer sur le dernier nucléode de ce corpuscule. Ces corpuscules nerveux sont surtout développés dans les prémolaires et les molaires; dans les premiers ils sont particulièrement situés au niveau des cuspides, dans les secondes aux côtés de ces cuspides.

Le travail de M. Morgensterne souleva une polémique facile à comprendre. Charles Tomes, dans la note que nous avons déjà citée, formule des réserves quant aux affirmations de Morgensterne. « Il semble improbable, dit-il, que s'il y avait dans la dentine des canaux spéciaux, les uns plus petits, les autres plus larges que les canalicules dentinaires, ils n'eussent pas été encore remarqués ; les tubes dentinaires étant remarquables par l'uniformité de leur diamètre, ces corpuscules terminaux occuperaient des espaces qui devraient être visibles dans les sections sèches de dentine. »

Röse (1) qui, pour sa part, répéta les expériences de Morgensterne, en suivant la méthode de préparation de cet auteur, aboutit à la conclusion que les corpuscules terminaux ne sont guère autre chose que les espaces non calcifiés de la substance fondamentale au travers desquels passent les fibres dentinaires. Il s'en réfère aux observations de Walkoff qui considère les espaces interglobulaires, la couche granuleuse et ces corpuscules comme des formations morphologiquement identiques.

Ainsi, d'après les recherches de Boll, de Mummery, de Morgensterne, la substance de la dentine serait parcourue par des fibres nerveuses. Ces fibres, sans myéline suivant les deux premiers auteurs, seraient pourvues de leur gaine médullaire d'après les observations de Morgensterne. Elles émaneraient de la pulpe pour se terminer soit dans la dentine, soit entre la dentine et l'émail, soit dans l'épaisseur de l'émail.

(1) RÖSE, *Ueber die Nervenendigungen in den Zähnen. Deutsche Monatschrift für Zahn.*, vol. XI, 1893.

Si séduisante que soit cette manière de voir, elle se heurte contre l'opposition d'une théorie plus généralement admise dans la profession, du moins jusqu'à ces dernières années.

Legros, dans la *Morphologie du follicule dentaire chez les mammifères* qu'il publia en collaboration avec Magitot (1), portait ses expériences sur les pulpes des dents des chiens, des chats et des moutons, en appliquant plus particulièrement à cette étude la méthode du chlorure d'or. Ces observateurs furent conduits à admettre que les terminaisons des fibrilles nerveuses se trouvent en continuité avec les cellules situées immédiatement au-dessous des odontoblastes et qui servent d'intermédiaires entre les fibres d'un côté et les odontoblastes de l'autre. Cette disposition leur semblait analogue à celle existant dans l'appareil de l'olfaction où les cellules olfactives sont en continuité avec les fibres nerveuses.

Robertson, dans son étude sur la pulpe dentaire du bœuf, nous fait voir les cylindres-axes des nerfs à myéline se dépouiller de leur gaine médullaire, et après avoir parcouru une distance plus ou moins grande, aboutir aux corps des odontoblastes.

M. Smith (2), qui fit paraître sur les éléments cellulaires de la pulpe une étude où il expose ses vues originales et toujours intéressantes, se prononce lui aussi pour la continuité des odontoblastes avec les fibres nerveuses de la pulpe; il n'a pu cependant constater cette continuité. Il considère, en outre, les odontoblastes comme de véritables cellules nerveuses périphériques, dont la fonction ne serait point celle qu'on leur attribue d'ordinaire, fonction dentino-formatrice et dont l'appellation « odontoblaste » serait illégitime. Pour appuyer son opinion il s'efforce d'établir une analogie entre les odontoblastes et certaines cellules épithéloïdales que l'on trouve dans la région olfactive de l'homme et certains animaux et de cellules auditives de la macula lutea du labyrinthe membraneux, — analogie qui n'est nullement légitime, remarque très justement Hubert, vu que les cellules olfactives sont des éléments nerveux périphériques, ainsi que les cellules auditives de la macula — de nature neuro-épithéliale, alors que les odontoblastes sont les cellules connectives différenciées, d'origine mésoblastique.

Sudduth (3) considère les odontoblastes comme étant les intermédiaires entre les fibres nerveuses et les fibrilles dentinaires. Grâce à la continuité des éléments nerveux avec les odontoblastes, les impressions périphériques transportées par les fibrilles dentaires se trouvent ressenties par la pulpe.

Telle est aussi, quoique plus compliquée et particulière, la façon de voir

(1) Legros et Magitot, *Morphologie du follicule dentaire chez les mammifères. Journal d'anatomie et de physiologie, 1879.*

(2) Smith, *Some observations on the cellular elements of the dental pulp. British Journal of dental Science,* 893, p. 114.

(3) Sudduth, *In American system of Dent.* Litsch, 1886.

de Boedecker. Selon lui, les fibres nerveuses seraient mises en rapport avec les fibres dentaires au moyen d'un réticulum spécial qu'il suppose exister entre les odontoblastes. Ce réticule ne serait autre chose qu'un réseau très compliqué des fibres ou cylindres-axes.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que des travaux exécutés selon les procédés usités avant l'introduction dans l'histologie des méthodes de coloration de Golgi et d'Ehrlich. L'application de ces deux méthodes d'investigation a fait accomplir des progrès considérables à l'étude du système nerveux périphérique et van Gehuchten pouvait dire avec raison qu'elles constituent pour l'anatomie du système nerveux les deux découvertes techniques les plus importantes des dix dernières années.

Il nous a paru intéressant, vu leur importance, d'emprunter au remarquable traité d'histologie de M. le professeur Mathias Duval les quelques lignes qu'il consacre à l'exposition de ces méthodes (1).

La méthode de Golgi (1875-1885) « consiste à imprégner les cellules nerveuses et leurs prolongements par du chromate d'argent; à cet effet, on fait macérer des fragments de masses nerveuses dans une solution de bichromate de potasse additionné d'un peu d'acide osmique, puis on place ces fragments dans une solution de nitrate d'argent. Il se produit une réaction (précipité de chromate d'argent) qui colore en noir intense les cellules nerveuses et tous leurs prolongements; mais, par suite de conditions que nous ignorons encore, ce ne sont pas toutes les cellules nerveuses présentes sur un point donné, mais seulement quelques-unes, un très petit nombre d'entre elles qui sont ainsi colorées. Si donc on fait, sur la pièce ayant subi la manipulation sus-indiquée, des coupes épaisses qu'on éclaircit en les montant dans le baume du Canada, on pourrait distinguer tous les prolongements des quelques cellules nerveuses que le chromate d'argent aura imprégnées en noir et les suivre jusqu'à leurs ramifications les plus ultimes, alors même que ces ramifications seraient dans les plans différents, puisque la coupe, par le fait de son épaisseur, comprend plusieurs plans. En multipliant ces coupes, on arrive à compléter les détails de l'une par ceux de l'autre, c'est-à-dire à trouver sur une coupe telle espèce de cellule qui n'était pas visible sur l'autre ».

Les résultats obtenus par la méthode de Golgi, surtout pour les dispositions périphériques des éléments nerveux, ont été confirmés plus récemment grâce à la méthode d'Ehrlich. « En 1886 cet auteur découvrit que l'injection intra-veineuse de bleu de méthylène, chez un animal vivant, détermine la coloration exclusive des éléments nerveux, dès que, l'animal étant sacrifié, les tissus sont exposés au contact de l'air. On obtient le même résultat en plaçant des tissus tout frais, c'est-à-dire qui viennent d'être

(1) Mathias DUVAL, *Précis d'histologie*, page 821.

enlevés à un animal, dans une solution de méthylène, et en les laissant s'y imbiber. Les préparations ainsi obtenues peuvent être rendues persistantes en les fixant par l'action de divers réactifs et notamment par le picrate d'ammoniaque. »

Retzius et Hubert eurent l'heureuse idée d'appliquer à l'étude des éléments nerveux de la pulpe les procédés que nous venons de décrire. Le premier s'était servi uniquement de la méthode de Golgi, le second fit l'usage exclusif de l'injection ultra-veineuse d'Ehrlich.

Les expériences de Retzius furent publiées dans les « Biologische Untersuchungen » dont la première étude parut en 1892 (1). Retzius y expose les résultats de ses recherches sur les terminaisons nerveuses de la pulpe des poissons et des reptiles. Chez les poissons, les nerfs de la pulpe partent du plexus nerveux situé immédiatement au-dessous de la dent ; après s'être divisés dichotomiquement dans toutes les directions, ils aboutissent immédiatement au-dessous de la dentine, où ils se terminent en fines fibrilles. Sur une section longitudinale d'une dent de lézard il observa un paquet de fibres nerveuses pénétrant dans la pulpe avec les vaisseaux sanguins. Ce paquet nerveux dans son trajet à travers la pulpe envoyait des branches latérales qui se dirigèrent vers les côtés de cet organe et vers son extrémité supérieure. De ces branches les fibres furent tracées le long des odontoblastes vers la surface libre de la pulpe.

Dans sa seconde étude publiée en 1893 (2) il s'occupe du mode de terminaison nerveuse dans la pulpe des amphibiens. Ici encore les nerfs, après avoir éprouvé des divisions dichotomiques, s'achèvent en fines fibrilles variqueuses dans le voisinage de la dentine. — Enfin les recherches sur les terminaisons nerveuses de la pulpe des mammifères occupent la troisième étude (3).

Dans les préparations des dents de jeunes souris l'auteur vit les nerfs suivre le trajet des ramifications vasculaires ; des branches variqueuses se dirigeaient vers la zone des odontoblastes et entre les odontoblastes ; ces fibrilles aboutissaient souvent vers la surface libre de la pulpe où l'on put les voir par place courir tangentiellement entre les odontoblastes et la dentine. Aucune fibre nerveuse n'a été vue passer dans les tubes dentinaires.

Comme nous l'avons dit, les recherches de Retzius furent basées uniquement sur la méthode d'imprégnation de chromate d'argent. Hubert, dans une étude fort intéressante publiée dans le *Dental Cosmos* en 1898 (4), compléta ces expériences en se servant de la méthode d'injection intra-vei-

(1) RETZIUS, *Zur Kenntniss der Nervenendigungen in den Zähnen. Biologische Untersuchungen*, 1892.

(2) RETZIUS, *Ueber die Nervenendigungen in den Zähnen bei Amphibien. Biologische Untersuch.*, 1893.

(3) RETZIUS, *Zur Kentniss der Endigungsweise der Nerven in den Zähnen der Saügethiere. Biol. Untersuchungen*, 1894.

(4) HUBERT. M. D., *The innervation of the tooth pulp. Dental Cosmos*, 1898.

neuse. Il mit à contribution les pulpes des canines et des molaires inférieures du chien, du chat, du lapin; mais c'est sur les pulpes des molaires inférieures du lapin que portèrent spécialement ses recherches, car la matière colorante s'y fixait d'une façon plus stable et plus intense. Ajoutons que, de même que Retzius, il négligea d'appliquer sa méthode à l'étude des terminaisons nerveuses de la pulpe des dents humaines. Hubert résume ainsi le résultat de ses investigations :

« Ces observations, prises en connexité avec celles rapportées par Retzius, me semblent supporter l'affirmation que les branches terminales des nerfs des pulpes dentaires se terminent entre les odontoblastes, puis au niveau de leur surface libre, occasionnellement entre celles-ci et la dentine. Elles n'ont, je crois, aucune connexité entre les odontoblastes, ni avec aucun autre élément cellulaire de la pulpe. Et comme dans aucun cas je n'ai pu tracer des fibres à myéline dans la couche odontoplastique, quoique dans plusieurs préparations celles-ci fussent bien colorées, je ne puis confirmer l'assertion de Morgensterne, lorsqu'il dit que ces fibres pénètrent dans la dentine. Retzius ne trouva point de fibres nerveuses dans la dentine ; les préparations faites avec la méthode du bleu de méthylène corroborent ce fait, quoiqu'elles ne soient peut-être pas aussi concluantes. Dans toutes les préparations que j'ai examinées je n'ai pu tracer aucune fibre nerveuse au delà de la couche des odontoblastes, comme on aurait pu s'y attendre si les fibres nerveuses pénétraient dans la dentine, dans ce cas en effet on pouvait espérer voir, je crois, en enlevant la pulpe, quelques-unes de ces fibres tirées de la dentine ; il aurait été alors possible de constater qu'elles s'étendaient au delà de la couche des odontoblastes. « On peut donc conclure, dit-il, « que les préparations au bleu de méthylène montrent que les fibres sensitives entrant dans la pulpe dentaire se terminent sous forme d'un pinceau composé de fibrilles variqueuses disposées au-dessous des odontoblastes. Les fibres terminales ou les fines branchioles qui en émanent s'achèvent librement entre les odontoblastes ou entre celles-ci et la dentine et ne sont en continuité avec les fibres dentinaires ni directement ni par l'intermédiaire des odontoblastes. »

En résumé, les auteurs qui consacrèrent des travaux à l'étude du système de l'innervation intra-dentaire peuvent se diviser en trois groupes.

a) Selon les uns : Boll, Mummery, Morgensterne, les fibres nerveuses de la pulpe, après avoir formé au-dessous de la couche odontoblastique un plexus plus ou moins serré, traversent cette couche odontoblastique et pénètrent dans les canalicules de la dentine. Morgensterne va même jusqu'à prétendre que ces fibres nerveuses intra-dentinaires sont pourvues de leur gaine myélinique.

b) Les autres, comme Legros et Magitot, Coleman, Smith, Sudduth, Boedecker, admettent que les terminaisons nerveuses de la pulpe sont en

continuité avec les odontoblastes. Smith considère même les odontoblastes comme de véritables corpuscules nerveux terminaux.

c) Enfin, Retzius et Hubert émettent l'opinion que ces fibres nerveuses sensitives de la pulpe se terminent librement dans la couche périphérique des odontoblastes, parfois entre celle-ci et la dentine. Il n'y a point de fibres nerveuses pénétrant dans la dentine ; ces fibres, de plus, n'offrent aucune connexité soit avec les odontoblastes, soit avec quelque autre élément cellulaire de la pulpe.

Quel est maintenant, après cet exposé impartial des faits histologiques, le mécanisme de la sensibilité de la dentine? Il paraît évident que la conception en serait essentiellement différente suivant que l'on accepte l'une ou l'autre de ces diverses théories. Personnellement nous suspendons notre jugement jusqu'au moment où par des expériences rigoureusement conduites nous serons amené à adopter l'une ou l'autre de ces opinions professées.

MM. L. RICHARD-CHAUVIN

Professeur à l'École dentaire de Paris

ET

L. RICHARD-CHAUVIN fils

Chirurgien-dentiste.

DE LA TECHNIQUE DES OBTURATIONS DE PORCELAINE [617.60]

— Séance du 9 septembre —

Dans la communication que nous avons faite sur ce sujet au Congrès dentaire international de 1900, nous avons volontairement passé sous silence les détails techniques communs à toutes les méthodes d'obturations à l'aide des blocs d'émail. Considérant que ces détails sont connus, depuis de longues années, par les travaux de Jenkins, de Herbst, etc., et les publications américaines, nous avions cru devoir nous cantonner dans la description de ce que notre méthode a d'essentiellement original. Nous pensions que les argumentations du public professionnel porteraient exclusivement sur le terrain que nous avions choisi. Mais les choses se sont passées tout autrement et, aussi bien au Congrès de Paris qu'à Bordeaux et au Congrès

de Bâle, nos confrères nous ont demandé autant d'explications sur la préparation des cavités, la prise des empreintes, le scellement des blocs, que sur la source de chaleur nouvelle et les appareils utilisés pour la produire.

Ces faits nous ont démontré que la question n'était pas entièrement élucidée pour tous et qu'il pouvait y avoir encore un certain intérêt à rappeler le manuel opératoire intégral de ce mode d'obturations. Du reste, c'est sur les conseils de MM. Martinier et Sauvez, amis de l'un de nous, que nous nous sommes décidés à revenir sur une question qui nous avait tout d'abord paru surabondamment éclaircie. Peut-être avons-nous quelques petits procédés différant un peu de ceux qui ont été décrits; mais les différences ont une si mince importance qu'elles ne sauraient modifier profondément les méthodes créées par les Jenkins, les Herbst, etc. Ceci dit seulement pour la description de nos procédés actuels, qui sont en voie de remplacement. Nous devons donc diviser cette étude en deux parties distinctes :

1° Description des procédés en usage actuellement;

2° Description des procédés nouveaux expérimentés par nous. Nous devons ajouter que la technique en voie de création qui nous a déjà donné des résultats surprenants est encore à l'étude et ne pourra être présentée en démonstrations avant quelques semaines, les manipulations étant encore trop compliquées.

Mais il est un point sur lequel nous devons appuyer : c'est que les appareils présentés par nous, en permettant d'utiliser l'oxygène comme source de chaleur, assurent aux praticiens la sécurité la plus absolue, quant à l'inaltérabilité des blocs; c'est là, du reste, le fait capital de la méthode que nous avons inaugurée.

Sans s'arrêter aux particularités heureuses que chacun peut signaler et qui ne font que confirmer la règle, il est un fait connu maintenant de tous les dentistes qui ont pratiqué l'obturation de porcelaine, c'est que toutes les pâtes de verre modifié ou non sont altérables plus ou moins rapidement, suivant l'importance des modifications, dans le milieu buccal. Seule la porcelaine dure résiste indéfiniment aux attaques de la salive. Il suffit de rappeler qu'un de nos confrères français, qui a été longtemps après Jenkins et Herbst, un propagateur convaincu de l'obturation de porcelaine, ou pour parler exactement de pseudo-porcelaine, M. Léger-Dorez, après avoir, pendant deux ans, fondu ses blocs obturateurs avec le four d'Ash et publié des résultats à la perfection desquels il croyait encore, a très loyalement fait part de ses déconvenues au public professionnel, le mettant ainsi en garde contre un enthousiasme injustifié. Notre confrère et ami de Marion, dans une séance récente de la Société d'Odontologie, disait que les fours très coûteux en usage ne permettaient pas de fondre la pâte dure de porcelaine.

Inutile d'insister sur l'importance de ces faits. Avec l'oxygène dont notre appareil règle admirablement le débit, la porcelaine dure peut être employée pour la confection des blocs, puisque la chaleur développée est suffisante pour faire couler en larmes du gros fil de platine. Un fait important est donc désormais acquis, c'est qu'on peut faire des obturations de porcelaine avec la certitude absolue qu'aucune altération subséquente ne se produira sur les blocs (1).

La pâte de porcelaine que nous fondons avec l'oxygène est une pegmatite analogue à celle qui sert à fabriquer les dents américaines, ce qui, dans la porcelaine, constitue la glaçure et qu'en céramique on appelle la *couverte*. Cette pegmatite, à laquelle nous avons ajouté, selon les nuances à produire, des quantités variables de kaolin ou *fond*, entre elle-mêmes dans la classe des porcelaines dures. Elle est supérieure encore, comme degré de fusion et comme inaltérabilité, à la pegmatite américaine en raison de la faible quantité de kaolin que nous y avons ajoutée. Il y a là, nous y insistons encore, pour le praticien, une sécurité absolue qu'il importait de bien mettre en lumière. Cela posé, nous entrons dans les détails techniques des différentes manipulations qui constituent l'opération totale de l'obturation de porcelaine, c'est-à-dire : 1° la préparation des cavités; 2° la prise des empreintes ; 3° le choix des nuances; 4° la fusion de la porcelaine; 5° la rétention et le placement du bloc.

I. *Préparation des cavités. Considérations générales.* — Les cavités doivent se présenter de telle sorte que l'empreinte puisse être facilement retirée ; la conduite à tenir est donc tout autre lorsqu'il s'agit d'obturer une carie interstitielle que si l'on se trouve en présence d'une carie labiale ou jugale, siégeant sur la partie moyenne de la dent ; tout autre encore si c'est une carie du collet qui est en cause. Dans le premier cas, l'indication primordiale est d'obtenir, entre les deux dents contiguës, un écart légèrement supérieur à la plus grande profondeur de la cavité qu'on se propose de mouler. Dans le second cas, on ne doit se préoccuper que de la cavité elle-même, de sa forme, de ses bords, etc., toutes choses dont nous nous occupons plus loin. Les caries du collet sont un peu plus compliquées ; le praticien doit éviter de mouler la gencive en même temps que la cavité, qu'il faut dégager en brûlant le tissu gingival à l'aide du thermo ou du galvano-cautère. On peut éviter la cautérisation en donnant à la feuille de platine, qui sert à prendre l'empreinte, une forme qui permette de la glisser aussi haut qu'il est possible entre la gencive et la dent. La gutta-

(1) Nous avons eu l'occasion de nous rendre compte que certains de nos appareils offrent une grande résistance pour la détente de la vis micrométrique. C'est la conséquence d'un vice de fabrication que le praticien ne saurait prendre à son compte. Dans les appareils bien exécutés la détente doit se faire avec la plus grande facilité.

percha peut également servir à refouler la gencive : pour cela, il suffit d'obturer la cavité avec cette matière, qu'on a soin de fouler en la laissant dépasser autant qu'il est possible. En vingt-quatre heures le résultat est obtenu.

Nous conseillons de mouler la cavité sous la gencive : 1° pour obtenir un moule à arêtes vives ; 2° pour que les bords de ce moule en soient aussi les points culminants. Cette dernière condition est indispensable si l'on veut éviter la saillie des blocs par surcharge de matière.

D'une manière générale les cavités préparées en vue de l'obturation par la porcelaine doivent présenter des conditions déterminées, toujours identiques, au point de vue de la forme, des bords et du fond. Ce sont ces conditions que nous allons étudier en détail.

Préparation proprement dite.

a) La forme. — Les cavités peuvent présenter extérieurement toutes les formes, sauf la forme cyclique ; en effet, comme il est rare que celle-ci soit mathématiquement réalisable, la présentation du bloc, dans le cas d'une imperfection, même légère, de cette préparation, devient à peu près impossible. De l'extérieur à l'intérieur la cavité doit présenter la forme évasée, sans parties rentrantes ; cela revient à dire qu'elle doit être de dépouille. Si l'étendue des altérations subies par la dent rend impossible la réalisation directe de cette condition, c'est-à-dire si la carie présente des retraits que l'on ne pourrait faire disparaître qu'en sacrifiant une trop grande quantité de tissu, on obviera à cet inconvénient en comblant, au moyen du ciment, toutes les excavations secondaires. Somme toute, il s'agit de créer une cavité artificielle réduite, qui réalise le but qu'on se propose en prenant grand soin de laisser les bords libres. Ceci s'entend pour toutes les cavités, quelle que soit leur situation.

b) Les bords. — D'une façon générale, ils doivent être régularisés. Il serait peut-être possible de mouler exactement les bords irréguliers, la rétention du bloc serait même facilitée par cette disposition, mais ce serait là l'exception ; dans l'immense majorité des cas l'empreinte manquerait d'exactitude et l'obturation serait imparfaite. Il est très important que les bords soient aigus, *tranchants comme la lame d'un rasoir*. Cette condition réalisée permet d'obtenir des bords d'empreinte d'une netteté remarquable et, par cela même, un bloc qui obture la cavité avec une grande précision et sans saillie extérieure.

Le fond. — Du fond des cavités il y a peu de chose à dire. Il fait suite sans saillies ni dépressions aux bords et l'on se le représente facilement, si l'on a bien voulu admettre que la cavité doit être rigoureusement de dé-

pouille. Si les circonstances le permettent, il vaut toujours mieux réduire sa profondeur et empreinter une cavité artificielle, pour garder la réserve d'un lit de ciment frais, lors du scellement du bloc. Sa profondeur doit être proportionnelle au volume du bloc, mais tous les praticiens comprendront que la réalisation de toutes ces conditions est absolument circonstancielle.

II. *L'empreinte.* — Avec la source de chaleur que nous utilisons pour la fabrication des blocs de porcelaine dure, la substance employée pour mouler la cavité ne peut être que du platine. L'or en feuilles, dont on se sert couramment pour les méthodes d'émaillage, ne saurait convenir pour la porcelaine. Le platine étant plus dur que l'or, il s'ensuit que l'empreinte est plus difficile à prendre, la matière plus sujette à crever, c'est en quelque sorte la partie délicate de l'opération. Plusieurs procédés peuvent être employés : 1° celui qui consiste à mouler avec de la cire, du stent, du plâtre même, la cavité préparée et à tirer ensuite avec du plâtre fin une reproduction de cette cavité, à stéariner le modèle obtenu et à appliquer la feuille de platine sur cette reproduction, comme on le ferait sur la dent même ; 2° le procédé que nous pratiquons, qui est le plus répandu et qui consiste à reproduire directement la cavité avec la feuille de platine. Voici le détail de l'opération : un fragment de feuille, représentant environ trois fois l'étendue de la cavité, est mis en contact avec celle-ci ; il est tenu avec la main gauche par un seul de ses côtés, les parties libres sont refoulées doucement et progressivement dans la concavité, de manière à éviter, autant qu'il est possible, de crever la feuille. On peut faciliter la progression du platine, dans la concavité, en l'emboutissant au préalable, soit à l'aide d'une boulette d'ouate. soit avec un brunissoir rond ; ce moyen présente en outre l'avantage d'éviter les déchirures. Quand la pénétration est à peu près effectuée, il faut maintenir solidement les deux côtés latéraux de l'empreinte pour empêcher le ballottement ; alors, avec les boulettes d'ouate, on applique le platine sur toutes les parois de la cavité, puis on précise les bords, soit avec de la cire ou de l'ouate, mais mieux encore avec le brunissoir, qu'il ne faut pas craindre de passer à plusieurs reprises sur l'arête vive, aussi bien au dehors qu'en dedans de celle-ci. Au moment de retirer l'empreinte, il est bon de s'assurer qu'elle ne ballotte pas ; si cela était, il faudrait, pour remédier à cet inconvénient capital, introduire à force dans la cavité et serrée entre les deux dents une boulette d'ouate qui remettrait tout en place,

Particularités. — Si l'on opère une carie de collet située entièrement sur la face labiale, on devra : 1° couper les angles de la feuille de platine pour lui donner la forme arrondie du feston gingival ; 2° rapprocher les deux bords taillés l'un de l'autre, pour faciliter la pénétration de la feuille

sous la gencive (1) ; sans cette pénétration le bord supérieur ne serait pas ou serait mal reproduit ; 3° plier la feuille sur elle-même vers le centre du bord inférieur pour permettre son application parfaite autour des bords mésial et distal. Il est également nécessaire d'arrondir les angles de la feuille quand, opérant sur une carie interstitielle, la partie cervicale de la cavité avoisine ou même entame le collet. Cette précaution facilite la progression de la feuille au-dessus de la limite supérieure de la carie, ce qui est indispensable pour obtenir un moule utilisable.

Il arrive parfois, souvent même, que la feuille crève en prenant l'empreinte ; c'est là un accident dont il est permis de ne pas tenir compte si la déchirure n'arrive pas au contact d'un bord. Dans le cas où un bord est intéressé, ou méme si la déchirure arrive au contact, il est préférable de recommencer, car pendant la fusion la porcelaine fuse des deux côtés de la feuille de platine, qui se trouve pincée entre les deux couches. Dans ce cas, le bloc manque de précision ; de plus, le platine pincé ne peut être retiré, ce qui produit à ce niveau un liséré noir du plus fâcheux effet,

Un procédé qui complique et facilite en même temps la prise de l'empreinte est celui qui a été publié dans un journal américain : il consiste à porcelainer le fond d'un moule, obtenu par les procédés que nous venons de décrire. Le moule étant rendu rigide par la porcelaine est remis au contact de la cavité, les bords sont précisés avec le brunissoir, et cette double empreinte, c'est le terme qu'emploie M. Godon, peut être retirée de la cavité sans crainte de déformations. On comprend que ce procédé donne la certitude de la précision. On peut l'utiliser dans la fabrication de la porcelaine dure en dissolvant le blanc d'Espagne dont on a badigeonné le platine au moyen de l'acide sulfurique. On peut même, puisqu'il suffit de biscuiter pour obtenir la rigidité nécessaire, ne protéger l'empreinte contre l'oxygène qu'après cette cuisson préparatoire. Les deux procédés que nous avons essayés nous ont également réussi.

III. *Le choix des nuances.* — Peu de chose à dire au sujet du choix des nuances, sinon qu'il faut beaucoup d'habitude, beaucoup de coup d'œil. L'éclairage, l'interposition entre le bloc et la carie d'une substance étrangère, le ciment, font qu'il est souvent utile de nuancer inexactement pour obtenir l'effet cherché ; cela est surtout vrai pour les blocs minces et pour ceux qui ne reçoivent pas directement la lumière.

En principe, on peut dire que, toutes les fois qu'un bloc rapporté recevra directement la lumière, on peut lui donner la teinte exacte de la dent ; s'il est interstitiel, il aura toujours une tendance à paraître noir ; il faut alors prendre la nuance tout à fait blanche, quel que soit le ton de la dent. Si

(1) On comprend que nous envisageons, en ce moment, une carie siégeant sur une dent de la mâchoire supérieure.

l'on peut alors cuire modérément, ne pas obtenir un vernis parfait, on gardera au bloc une opacité qni, empêchant la pénétration des rayons lumineux, atténuera les défectuosités de l'éclairage. Grâce à ces artifices de la technique, nous avons obtenu et nous avons eu le plaisir de pouvoir montrer des obturations entièrement interstitielles, dont l'éclairage, quoique portant à faux, ne précisait pas les contours en noir. Avec quatre ou cinq teintes bien graduées, on peut obtenir toute la gamme des couleurs. Les plus employées, on pourrait presque dire les seules indispensables, sont le jaune très foncé et le blanc pur. Ces deux dernières, diversement mélangées, peuvent donner des jaunes plus ou moins atténués. Les bleus trouvent peu d'applications. Somme toute, le praticien doit non pas se fier à la teinte exacte de la dent à réparer, mais prévoir ce que rendra le bloc scellé. Il faut à cet égard tenir compte des différents facteurs que nous avons énumérés et aussi de l'épaisseur du morceau, ce qui implique non seulement sa transparence intrinsèque, mais aussi la coloration artificielle produite par la matière de scellement. On voit qu'il y a là pour le dentiste toute une accoutumance à acquérir.

IV. *Fusion de la porcelaine au moyen de l'oxygène comprimé.* — *a) Fusion proprement dite.* — Les appareils servant à la fusion de la porcelaine dure ayant été décrits dans la communication que nous avons faite au Congrès de 1900, nous ne reviendrons pas sur ce sujet et nous passerons immédiatement à la description de la fabrication du bloc de porcelaine.

L'empreinte obtenue, il faut : 1° la saisir, avec la pince spéciale, par un des côtés de la feuille, au point le plus éloigné du moule proprement dit. Plus la pince est éloignée de l'excavation, plus il est facile de mettre la porcelaine en contact avec la flamme oxhydrique ; 2° badigeonner la feuille de platine avec une couche épaisse de craie délayée, sauf, bien entendu, le creux du moule où doit fondre la porcelaine, et sécher à la flamme du gaz ; 3° placer la pâte délayée dans le moule. La première charge doit être faite généreusement avec de la pâte épaisse qu'on étale uniformément en frappant à petits coups sur la main qui tient la pince, puis on évapore lentement l'excès d'eau à la flamme du gaz. Quand la pâte ne peut plus être projetée hors du moule par un dégagement trop rapide de vapeur, la cuisson est prête à commencer. Le biscuitage est inutile, même pour la première cuisson, car, la pâte étant bien cuite d'emblée, la deuxième charge se fait avec plus de précision.

On doit opérer de la façon suivante : maintenir d'une main le moule au-dessus de la flamme du gaz ; avec la main libre tourner lentement et progressivement la vis micrométrique, qui règle la sortie de l'oxygène. A ce moment l'opérateur a garanti ses yeux avec des lunettes noires, car il ne saurait fixer la flamme de l'oxygène en contact avec le platine et le carbo-

nate de chaux. Grâce à la protection des verres, il peut suivre facilement toutes les phases de l'opération. Malgré la couche de craie qui protège le platine, il faut éviter de laisser stationner la tranche de la feuille dans la flamme oxydante, car elle fondrait assez rapidement pour compromettre l'empreinte. A cet effet, on promène alternativement le moule de droite à gauche, de manière que, seules, les extrémités s'écartent de la flamme à tour de rôle. Peu à peu l'opérateur peut voir la pâte, qui ressortait en masse sombre, s'éclairer et devenir transparente. A ce moment, il doit retourner le moule et glacer directement la porcelaine sur la flamme oxydante en la passant assez lentement cinq ou six fois, pour n'oublier aucune de ses parties, aussi près qu'il est possible de la source de chaleur.

Nous disons sur la flamme oxydante et uniquement sur cette flamme, car il ne faut ni flamme mixte, ni flamme réductrice, parce que la première donne les colorations les plus étranges ; de plus, elle est souvent insuffisante pour produire la glaçure du bloc, et la deuxième est totalement insuffisante.

La première cuisson terminée, on constate que la rétraction de la matière, conséquence de l'agrégation moléculaire, s'est produite de la périphérie au centre et qu'il en est résulté un vide périphérique nécessitant une seconde cuisson. Contrairement à ce qui s'est passé la première fois, il faut garnir avec de la pâte très claire ; il est même bon de faire passer une goutte d'eau dans les vides pour y entraîner la poudre.

Que la fabrication d'un bloc demande deux, trois ou même quatre cuissons, il est nécessaire à chacune d'elles de couvrir toute la surface de la porcelaine d'une couche de poudre, si légère soit-elle. Sans cette couche protectrice, la porcelaine en contact direct avec l'oxygène ne résiste pas à l'énorme chaleur développée par celui-ci et le bloc se fend.

b) Reconstitutions. — Quand il s'agit de reconstituer un angle de dent, l'opérateur doit procéder comme il est dit ci-dessus jusqu'à ce que l'obturation du moule soit à peu près complétée sans saillie. A ce moment, il ajoute la pâte nécessaire qu'il sculpte et taille à son gré. Inutile de dire que dans ce cas la charge doit être faite avec de la pâte épaisse.

c) Réparation d'un bloc fendu. — Un bloc fendu peut être encore utilisé à la condition d'être réparé, mais il ne suffit pas, pour obtenir ce résultat, de présenter de nouveau la porcelaine à la flamme. après l'avoir couverte d'une couche de poudre : il faut se rendre compte que la pâte qui s'agglomère et se glace à une température oscillant entre 1375 et 1425 ne coule pas, ne se liquéfie pas ; les deux morceaux séparés ne peuvent être mariés à nouveau qu'en procédant comme suit.

Le moule rendu rigide par la porcelaine qui le remplit ne pouvant plus

être déformé, on prend entre les doigts la partie convexe solidifiée et l'on agrandit la section produite par le feu avec une meule plate et tranchante, on lave soigneusement à plusieurs reprises et l'on emplit l'écartement avec une nouvelle couche pour glacer comme il est dit plus haut.

d) Refroidissement et sortie du bloc de son empreinte. — Pour le refroidissement rien de particulier, aucune précaution spéciale à prendre. Il n'en est pas de même pour le retrait du bloc ; celui-ci, en effet, adhère fortement au moule. Pour retirer la feuille de platine, il faut la prendre avec une pince à aurifications et la tirer doucement et progressivement. Il faut toujours la tirer, la pince la tenant aussi près du bloc qu'il est possible; il est donc nécessaire de s'y reprendre à plusieurs fois pour réaliser cette condition. On est parfois obligé de s'aider d'un excavateur finement affûté pour lever la feuille et libérer entièrement la porcelaine.

V. *Rétention du bloc dans la cavité.* — *a) La cavité.* — La cavité qu'on a dû rendre de dépouille soit directement, soit artificiellement, n'est pas dans les conditions requises pour obtenir une obturation quelle qu'elle soit. Si la cavité est artificielle, il suffit, pour retrouver les retraits existants d'enlever le ciment qu'on y a introduit. S'il n'existe pas de retraits, on devra pratiquer ceux qui paraîtront nécessaires avec la fraise. On agira sagement en ne comptant pas exclusivement sur l'adhérence du ciment.

b) Le bloc. — Si toutes les précautions ont été bien prises, le bloc doit s'ajuster dans la cavité et affronter les bords sans présenter d'excédent ; avec un peu d'habitude, ce résultat est presque constant. Il faut alors, pour le retenir solidement avec le ciment, pratiquer une forte rétention à la partie qut doit être incluse. Nous pratiquons généralement deux sillons opposés en queue d'aronde, de chaque côté du morceau. Ces sillons doivent être faits avec une meule plate. Les bords du pseudo-bouton ainsi formé ne doivent pas être trop voisins du corps du bloc. En effet, si le ciment ne pénètre celui-ci que par des rainures minces, il risque toujours de se détacher en entraînant avec lui le ciment qui se casse à la base des rainures insuffisamment larges. Somme toute, le ciment doit arriver en contact avec le corps du bloc par des ouvertures d'une largeur proportionnelle au poids à retenir. Contrairement aux auteurs qui ont écrit sur le sujet, nous pensons que la rétention doit exister à la fois dans la cavité et le bloc, qu'elle doit être forte, et que le morceau de porcelaine ne doit pas reposer directement sur la cavité, mais sur un lit de ciment frais.

Contre-indication à l'usage de l'obturation par la porcelaine. — Comme notre confrère et ami Gross, nous pensons que l'emploi de la porce-

laine doit être limité aux dents antérieures, dans lesquelles nous comprenons les prémolaires, pour leurs faces proximales tout au moins. Nous éliminons de parti pris et sans examen les faces triturantes. Mais ce qu'il faut surtout, c'est se tenir en garde contre l'obturation, par cette méthode, des cavités insuffisamment profondes. Des blocs trop plats non seulement se détacheront facilement, mais encore donneront, au point de vue du but poursuivi, c'est-à-dire de la perfection esthétique, des satisfactions très atténuées. Il faudra compter, avec les nuances, sur de grosses déceptions. Enfin, si l'on croit devoir placer des blocs de cette nature, il faudra le faire avec assez de précision pour qu'aucune retouche ne soit nécessaire. S'il en était autrement, mieux vaudrait, même au point de vue de l'esthétique, une bonne aurification. Il y a donc là une question de mesure qui s'imposera toujours à l'attention du praticien.

Deuxième partie

NOUVELLES RECHERCHES

Procédés nouveaux de moulage des cavités.

Une des critiques les plus spécieuses qui aient été faites sur l'obturation de porcelaine est celle qui a trait à l'application imparfaite des blocs dans la cavité, préparée à fin d'obturation. Si bien que soit conduite l'opération, si parfaite que soit l'empreinte, disaient les critiques, entre autres M. Seigle, de Bordeaux, il est une chose que vous ne pouvez empêcher, c'est qu'un vide, correspondant à l'épaisseur de la feuille de platine, n'existe entre la cavité et le bloc. Ce vide est comblé par du ciment, matière essentiellement désagrégeable ; il y a donc là une menace pour l'avenir de l'obturation. Nous nous étions déjà fait à nous-mêmes cette objection et, pour contrôler, nous avions observé nos obturations de très près. La plupart, examinées à la loupe, ne révélaient nulle solution de continuité et nous avions fini par conclure ainsi : à la condition que la cavité soit préparée de manière à présenter très nettement la forme évasée, que ses bords soient nets et tranchants, la feuille de platine qui la moule la reproduit uniformément et sans y rien changer, à un niveau différent. C'est un simple report, disions-nous. Quand nos obturations étaient moins parfaites, nous déduisions logiquement de nos observations qu'il y avait eu faute opératoire dans la préparation de la cavité ou la prise de l'empreinte.

Les objections qui nous furent présentées par des tiers à Bordeaux nous impressionnèrent beaucoup plus vivement, à la réflexion, que celles que nous nous étions faites à nous-mêmes. Dès lors, l'idée de supprimer cette

épaisseur de feuille ne nous quitta plus. Nos expériences furent commencées simultanément à Paris et à Pau, dès le mois de janvier 1901. Celles qui furent suivies par l'un de nous à Paris devaient fatalement aboutir plus rapidement, étant données les facilités plus grandes qu'on rencontre dans une ville outillée pour tout tenter avec succès. Le problème était celui-ci : MOULER L'ENVERS DE LA CAVITÉ. Les résultats que nous avons obtenus sont entièrement satisfaisants. Toutefois, nous devons ajouter qu'il ne nous est pas possible de les reproduire encore en démonstration publique, la technique étant trop encombrée de longueurs inutiles. Néanmoins, nous espérons commencer nos démonstrations dans quelques semaines.

Nous allons donner très succinctement le résultat de nos opérations, nous réservant de faire une communication plus détaillée lorsque la technique opératoire sera entièrement fixée.

Deux moyens se présentaient à nous : 1° mouler directement l'envers des cavités avec une feuille de platine ; 2° utiliser la galvanoplastie pour obtenir ce moulage ; les deux nous ont donné des succès, mais le procédé galvanique ne nous les donne pas encore constants.

Technique opératoire. Moulage direct de la cavité. — Nous prendrons pour type la carie interstitielle qui présente le maximum de difficultés. L'écartement indiqué pour les procédés ordinaires étant obtenu, la cavité étant préparée suivant le manuel connu, nous appliquons très exactement sur les contours interstitiels de la dent un fragment de feuille de platine mou au 1 de la filière, et nous pratiquons, à l'aide de la pince à percer, quelques trous en regard de la carie, la bavure à l'intérieur. Après avoir placé la digue, nous savonnons soigneusement la dent et la cavité, que nous déshydratons ensuite avec de l'ouate hydrophile par tamponnement ; ceci fait, nous préparons une certaine quantité de ciment Harward, soigneusement malaxé, que nous pressons dans la cavité de manière qu'il déborde sur la dent. La feuille de platine préparée *ad doc* est appuyée sur la dent de manière que les trous, que le ciment doit traverser, se trouvent exactement à la place qui leur a été assignée. Dès que le ciment est sec, on peut retirer l'empreinte, qui est facilement amenée au dehors grâce à la rigidité du platine épais qui lui sert de soutien squelettique. L'empreinte est placée sur un socle de plâtre destiné à faciliter le moulage de l'envers de la cavité qui se présente à la vue. On obtient, par ce moyen, une empreinte d'une finesse remarquable.

Le même résultat peut être obtenu avec du plâtre fin, à la condition de le durcir en le stéarinant ou en le boraxant avant de l'empreinter.

Observations. — Nous avons dit que nous nous servons d'une feuille épaisse pour soutenir l'empreinte et que cette feuille doit être appliquée

très exactement sur la dent, mais seulement sur ses parties latérales. Cette exactitude est absolument nécessaire ; en effet, il ne faut pas oublier que nous sommes en présence d'une carie interstitielle, et que le mauvais ajustage du soutien créerait ici une épaisseur supplémentaire nuisible à la sortie de l'empreinte. L'épaisseur du ciment qui restera interposé, malgré tout, entre la face latérale de la dent et la feuille métallique sera suffisante pour indiquer la netteté des bords, à la condition qu'on n'appuiera pas la feuille métallique de façon à chasser entièrement tout le ciment.

Le soutien squelettique de l'empreinte devra former des deux côtés de la dent empreintée une courbe assez légère pour les raisons suivantes : les deux extrémités latérales de la feuille, si elles étaient trop rapprochées, pourraient s'opposer à la sortie de l'emprcinte ; leur rapprochement rendrait plus difficile le moulage de l'envers de la cavité. Un rapprochement à peine indiqué suffit pour laisser saillir les bords de l'empreinte définitive, ce qui est une condition essentielle pour obtenir un niveau exact dans la fabrication du bloc.

Prise de l'emprcinte à l'envers de la cavité. — Nous ne décrirons pas tous les moyens que nous avons essayés. Nous allons seulement parler du dernier que, du reste, nous ne considérons pas comme définitif.

L'empreinte de la cavité a été, nous l'avons dit plus haut, placée sur un socle de plâtre. Nous prenons une feuille épaisse de platine mou (1/2 d'épaisseur) que nous emboutissons avec une bouterolle représentant la forme de la cavité, pour éviter les crevasses et les replis ; puis nous brunissons contre les bords en retrait du moule avec le brunissoir aigu à béquille. Nous avons préalablement coulé sur notre moule une contre-partie en gélatine qui nous sert à appliquer définitivement et d'une façon très précise notre feuille de platine. L'empreinte qui doit servir à la fusion de la porcelaine est acquise et il ne reste plus qu'à opérer suivant les principes décrits dans la première partie de cette communication.

Il nous reste à faire ressortir les avantages de cette méthode :

1° Le moulage de la cavité à l'envers supprime l'épaisseur de la feuille de platine et permet d'obtenir un bloc ajusté quasi microscopiquement ;

2° La feuille employée pour empreinter étant très épaisse, les dangers de fusion du platine pendant son contact avec la flamme oxhydrique sont annulés ;

3° Il devient possible, par les procédés incomplètement mis au point, que nous nous réservons de décrire, d'incorporer dans la pâte des tenons de platine pour améliorer la rétention du bloc.

Nous gardons pour une communication ultérieure nos procédés de galvanoplastie, nos résultats étant encore trop inconstants (1) pour que nous

(1) Nous pouvons dire toutefois que c'est surtout grâce à la méthode galvanique qu'on pourra incorporer mathématiquement des attaches de platine dans la pâte.

puissions les communiquer. Nous n'avons pas la prétention d'avoir entièrement résolu, au point de vue pratique, le problème des obturations exactes par les blocs de porcelaine ; mais nous pouvons déclarer en toute certitude que nous sommes dans la bonne voie et que la solution définitive à la portée de tous n'est pas éloignée.

M. le Dr G. ROLLAND

à Bordeaux.

DE L'ANESTHÉSIE GÉNÉRALE, THÉORIQUE ET PRATIQUE PAR LE SOMNOFORME EN CHIRURGIE GÉNÉRALE ET EN CHIRURGIE DENTAIRE [615.781]

— Séance du 10 septembre —

D'Horace Wells, le modeste dentiste d'Hartfort en l'État de Vermont, à nos jours, l'anesthésie a fait de grands progrès.

L'antisepsie et elle ont permis les audacieuses et brillantes interventions chirurgicales, aussi notre communication a aussi bien sa raison d'être dans ce Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences que dans la Section d'Odontologie où se groupent les hommes qui ont l'honneur de compter parmi leurs gloires, le nom d'Horace Wells, le père de l'anesthésie.

D'ailleurs les éléments que je vais avoir l'honneur de vous présenter offrent des avantages nouveaux de sécurité, de rapidité et de simplicité qui me paraissent très réels et que mieux que personne vous pourrez discuter et apprécier.

Tout d'abord je ne m'occupe que d'anesthésies générales par inhalations et parmi celles-ci du *Somnoforme*, du chloroforme et de l'éther.

Tous ces anesthésiques, Messieurs, pénètrent dans le poumon à l'état gazeux. Là, ils se substituent à l'air atmosphérique, et forment leur physiologie particulière. Pour déterminer les conditions nouvelles dans lesquelles va se trouver l'économie en présence de ces agents thérapeutiques il conviendrait d'étudier dans ses points essentiels la physiologie de la respiration et de la circulation normale si je n'avais affaire à des hommes déjà instruits de ces questions.

*
* *

Cependant laissez-moi vous dire que c'est en m'inspirant des phénomènes d'échange qui se passent au niveau du poumon et qui sont le résultat des tensions différentes qui existent entre les différents gaz et de la tendance que ces gaz ont à équilibrer leurs pressions dans les milieux qu'ils occupent que j'ai cliniquement cherché le mélange anesthésique qui arriverait à substituer facilement à une partie de l'O pour accomplir sa fonction spéciale et atteindre ses effets spéciaux dans le laps de temps que l'O met à accomplir les siens.

Pour que les phénomènes que j'ai recherchés arrivent à se produire, il m'a fallu réaliser certaines conditions :

D'abord que la tension des gaz anesthésiques fût supérieure à celle de l'O pour se substituer à lui dans une certaine proportion dans l'intérieur de l'alvéole.

D'où cette deuxième conséquence découle :

Plus un gaz est volatil, plus grande par conséquent est sa tension et plus la substitution de l'O sera facile.

Ceci, indiscutable en théorie, est d'une pratique impossible, en raison de la volatilité de ces corps, liquides difficiles à maintenir dans des récipients et s'évaporant instantanément dans le cornet ou la compresse. Il me fallait également un produit plus fidèle et plus prompt que le chlorure d'éthyle d'où partirent mes premières recherches.

C'est pour ceci que j'ai été amené à former un mélange de 5 0/0 de bromure d'éthyle, de 35 0/0 de chlorure de méthyle et de 60 0/0 de chlorure d'éthyle. J'ai ainsi obtenu un produit malléable, à la fois assez fixe et assez volatil pour obtenir les effets cliniques que je demandais.

C'est en expérimentant sur les animaux, sur moi-même et sur les malades auprès desquels j'ai eu à intervenir que j'ai constitué la formule de ce produit auquel j'ai donné le nom de *Somnoforme*.

J'ai recherché, non pas une anesthésie quelconque, mais une anesthésie régulière, fixe, se produisant toujours identiquement et avec une même précision physiologique par l'effet de conditions toujours semblables que nous déterminons dans le manuel opératoire.

Par le somnoforme je n'ai pas cherché à produire simplement une anesthésie rapide comme par le protoxyde d'azote, le bromure d'éthyle ou le chlorure d'éthyle avec lequel j'ai commencé mes premières expériences, mais j'ai cherché à reproduire les conditions de pénétration, de séjour et d'élimination de l'O introduit dans l'organisme.

Et si, ainsi que les physiologistes l'ont établi, en 25 secondes le globule sanguin dont l'hématine s'est chargée d'une certaine quantité d'O a fait sa

révolution dans l'organisme et, partant du ventricule gauche est revenu dans le ventricule gauche après avoir éliminé les produits comburés, l'anesthésique idéal, celui que nous devions rechercher, est celui qui doit, empruntant les modalités de l'O substituer son action à la sienne.

Mais dans les 25 secondes que nous voulons mettre à profit, la moitié de la circulation est artérielle, l'autre veineuse; donc, de l'entrée de l'anesthésique à sa sortie 25 secondes doivent s'écouler, mais la durée vraiment agissante de l'anesthésique, de même que celle de l'O doit être de moitié moins et en 12 ou 14 secondes l'anesthésie doit être atteinte.

C'est le problème que résout le *Somnoforme*.

C'est par des expérimentations cliniques que, peu à peu, j'ai atteint ces résultats.

Naturellement si, cliniquement, les conditions d'administration du *Somnoforme* ne sont pas réalisées, que le malade ait peur et ne respire pas, que le cornet soit mal fait, l'anesthésiste pusillanime ou maladroit, au lieu de quelques secondes, il faudra une ou deux minutes et quelquefois même on n'obtiendra pas l'anesthésie. Mais dès que j'aurai fini ma communication j'emploierai le *Somnoforme* sur moi-même et vous verrez qu'en 12 ou 14 secondes j'aurai chargé mes globules sanguins des gaz nécessaires à mon anesthésie. Je ferai la même démonstration sur ceux d'entre vous qui voudront s'y prêter. Je vous engage à chronométrer du moment où je commencerai ma première inspiration dans le cornet à celui où mes bras tombant dans la résolution anesthésique laisseront choir ce cornet que j'aurai maintenu moi-même sur mon visage pour m'endormir.

Vous me verrez ensuite revenir à moi sans malaise, reprendre rapidement ma connaissance et je serai pourtant encore à l'état d'analgésie que je serai déjà fort capable de répondre aux questions qui me seront posées.

*
* *

Je ne serais pas complet, si je ne prévenais par ma réponse la question que tout praticien ne manquera pas de poser :

Le *Somnoforme* présente-t-il les dangers du chloroforme ou de l'éther? — Comme eux peut-il tuer?

La réponse est bien facile. Expérimentalement, quel que soit l'anesthésique employé, quelles que soient ses propriétés, du moment que dans l'organisme il tient la place d'éléments indispensables à la vie, tôt ou tard il tuera.

La quantité normale d'O est si nécessaire à la vie que si l'administration d'un anesthésique quelconque se continue assez longtemps, la mort viendra plus ou moins vite, suivant les doses administrées.

De ceci font foi les expériences de Paul Bert. Par des mélanges tirés du

chloroforme, mélanges incapables de déterminer l'anesthésie, les animaux se refroidissaient et mouraient au bout de quelque temps.

Donc, en principe, nous affirmons qu'expérimentalement, tout anesthésique est capable de déterminer la mort par les modifications qui interviennent dans l'économie. Quelle est la nature de ces modifications sur les organes et sur les globules en particuler ? — C'est ce que les recherches de laboratoire que j'ai entreprises me permettront ultérieurement de dire.

Cliniquement notre réponse est de beaucoup plus favorable. Nous pouvons, par notre expérience personnelle et par des considérations physiologiques, dire que le somnoforme ne présente aucun des inconvénients que se reprochent depuis un temps indéfini le chloroforme et l'éther.

Les accidents graves des anesthésiques sont de deux sortes : 1° Accidents initiaux, irritatifs et mécaniques ; 2° accidents toxiques opératoires ou post-opératoires.

Les accidents initiaux, syncope laryngo-réflexe de Duret, qui surviennent aux premières aspirations de l'anesthésique sont d'effet irritatif et analogues à ceux que pourraient produire l'ammoniaque ou d'autres vapeurs irritantes. Les recherches, les discussions, les expériences des physiologistes aboutissent à dire que cette irritation, cette excitation de la muqueuse se transmet par les fibres du trijumeau et du laryngé supérieur au bulbe d'où elle se réfléchit sur les pneumo-gastriques et sur les ganglions modérateurs du cœur et qui, finalement, arrêtent les fonctions de cet organe.

Or, avec le somnoforme quoi d'étonnant que sur tant d'observations (700) je n'aie rien constaté de semblable ? — Transformé en un gaz léger et nullement caustique, il passe rapidement sur les muqueuses sans déterminer d'irritation.

Les accidents toxiques pendant l'opération se produisent toujours par la difficulté qu'éprouve l'organisme à se débarrasser d'une surcharge de l'élément anesthésique. Les manœuvres de respiration artificielle, pour le renouvellement des gaz propres à la vie et l'élimination de ceux qui y sont impropres, sont la preuve de ceci. On n'hésite pas à en faire des cas d'intoxication. Et l'on est unanime à admettre que la syncope qui survient dans une administration de l'anesthésique graduellement ou brusquement poussée trop loin n'est autre qu'une intoxication. Pour nous, nous y voyons une intoxication et une asphyxie ; l'accumulation de produits non comburés et partant non éliminés c'est l'intoxication et l'entrée insuffisante de l'O l'asphyxie. Dans la syncope mortelle, ces phénomènes morbides atteignent tout l'organisme et notamment la moelle allongée, trait d'union de tous les éléments nerveux.

Pendant l'anesthésie, les syncopes sont le résultat de cette double cause, intoxication et asphyxie : toute l'économie, et tous les globules sont hypersaturés du narcotique.

Or, ces syncopes, ces morts ne peuvent pas se produire avec le *Somnoforme* qui en raison de sa volatilité est, dès qu'on cesse de l'administrer, en état d'élimination immédiate. Le sang est ainsi en hyposaturation et jamais nous n'avons eu à faire de manœuvres de respiration artificielle ni vu survenir le moindre incident.

En un mot, pénétration, absorption, élimination lentes et difficiles sont les défauts des anesthésiques généraux employés jusqu'ici et auxquels se font de graves reproches et que nous avons tenté de formuler en cet aphorisme :

Plus un élément anesthésique s'éloigne des conditions de pénétration, de circulation, d'élimination de l'O dans l'organisme, plus il y aura d'accidents à craindre et plus ces accidents seront graves.

Les accidents post-opératoire : Mort par choc, lente élimination, anémies ne sont que l'expression de mêmes processus. Le globule, l'organisme ne peut se débarrasser ou ne se débarrasse que fort lentement du chloroforme ; c'est alors la mort rapide après l'opération, le choc opératoire, multiplié par les poisons organiques et l'anesthésique non éliminés.

Ce sont encore de longues anémies qui sont sans rapport avec des opérations habilement conduites et où l'hémostase fut parfaite.

Ou bien ce sont des vomissements, des céphalalgies, du dégoût, l'horreur du chloroforme dont on est imprégné et qui met quelquefois des huit ou quinze jours à avoir disparu.

Avec le *Somnoforme* en peut-il être de même ?

Non. Il pénètre dans l'organisme et en sort comme l'O du sang, comme les gaz du sang. Il effleure, si je puis ainsi dire, le globule du sang, et ne le pénètre pas et, également, dans les profondeurs de l'économie et sur la cellule nerveuse son action est aussi discrète et aussi fugace,

Je n'ai pas à signaler encore d'opérations ayant dépassé vingt minutes, mais nos opérés, dès que l'administration du *Somnoforme* cessait, revenaient très vite à eux, ne témoignaient aucune gêne et se trouvaient aussi dispos qu'après une minute d'anesthésie. Si la nature de l'opération n'y mettait obstacle, jamais, du fait du *Somnoforme*, ils n'ont dû suspendre leurs opérations ordinaires et jamais ils n'ont accusé de malaises proches ou lointains.

Nous pouvons donc former avec assez de vraisemblance l'espoir que nous pourrons utiliser cet anesthésique pour les longues opérations. Dans quelques jours j'aurai expérimenté et je pourrai vous communiquer des résultats certains :

Enfin le *Somnoforme* présente ces avantages précieux pour toutes les interventions d'urgence, grande ou petite chirurgie, que l'on peut opérer : que le malade soit à jeun ou non, qu'il soit assis ou couché, qu'il soit en contracture ou en résolution musculaire, l'anesthésie est rapide et sans

danger et le malade peut vaquer à ses occupations, boire et manger comme d'habitude.

J'ai jugé inopportun de vous rapporter mes nombreuses observations (6 ou 700), puisque je vais expérimenter sous vos yeux; elles seront l'objet de communications nouvelles que mes collaborateurs et moi feront devant vos sociétés savantes.

Permettez-moi de vous donner cependant une idée de ces opérations. Outre les opérations dentaires qu'a collationnées le Dr Chaminade, mon assistant à la clinique de l'École dentaire, je puis signaler que je suis intervenu trois fois au forceps sous les vapeurs *somnoformiques*, j'ai fait une dilatation de l'anus, ouvert un anthrax volumineux de la nuque, un phlegmon, une adénite, trois panaris, j'ai *Somnoformé* un malade pendant que le Dr Lonmeau, spécialiste des voies urinaires, pratiquait une uréthrotomie interne et j'en ai *somnoformé* d'autres aussi pour le service de quelques ophtalmologistes.

Je signalerai également le cas d'un docteur dont l'intéressante observation sera publiée et qui, pour des phénomènes de prostatite consécutifs à une vieille uréthrite dut subir souvent le massage de la prostate et une instillation de nitrate d'argent dans l'urèthre postérieur. Tout d'abord il ne se livra au *Somnoforme* qu'avec appréhension, puis il s'anesthésia lui-même et, par une sorte de gourmandise, il multiplia les séances. Il en est à la vingt-cinquième ou trentième et, quoique l'intervention soit à peine douloureuse, il ne manque jamais de se *somnoformer*.

Ces opérations ont parfois dépassé un quart d'heure. Et dans ces cas comme pour les autres anesthésiques, j'ai maintenu l'anesthésie par des rations d'entretien. Il ne m'a pas été possible de faire de plus longues anesthésies, parce qu'en ce moment je n'étais pas arrivé à avoir, comme je ne l'ai eu que peu de jours avant le Congrès, des appareils distributeurs commodes.

Dans les observations que j'indique, au moins pour les personnes non timorées, non prévenues, nous avons toujours couvert les données de la physiologie normale : anesthésie rapide, sommeil naturel, respiration, circulation normale, réveil rapide.

***

Passons maintenant au *Manuel opératoire*.

Flacon. — Vous passez un cordon à sa base et vous l'attachez à votre boutonnière, le distributeur en bas. Ainsi vous avez les deux mains libres.

Compresse masque. — On prend un mouchoir ordinaire. Entre son pli longitudinal médian et un de ses plis latéraux on place une feuille de papier *(fig. 1)*.

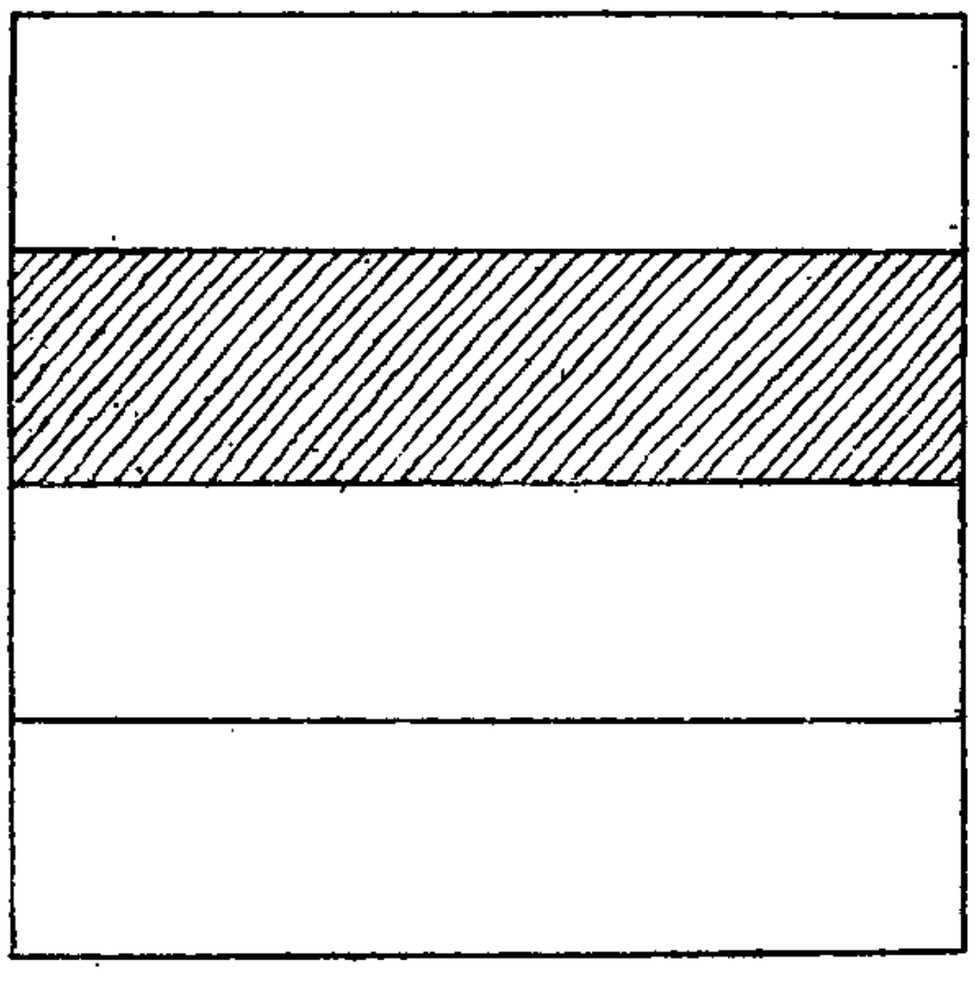


FIG. 1.

Puis on achève de plier le mouchoir. L'on rabat ensuite les deux chefs du mouchoir l'un sur l'autre en formant un pli vertical *(fig. 2)*.

Puis on rabat les deux angles symétriques *(fig. 3)* l'un sur l'autre, le premier angle doit venir à l'extrémité de la ligne médiane et le second doit recouvrir le premier plus ou moins suivant l'ouverture de base qu'on veut donner au cornet. On a fait ce qu'on appelle le chapeau de gendarme *(fig. 4)*. L'on a aussi constitué un cornet en forme d'entonnoir, et

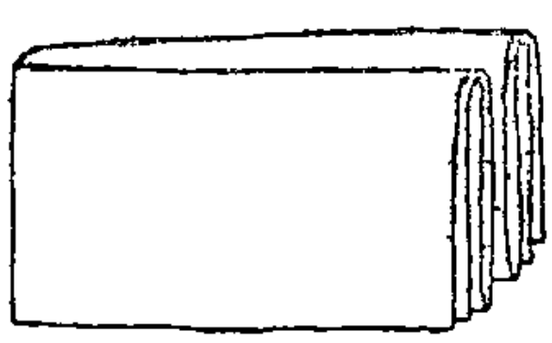


FIG. 2.

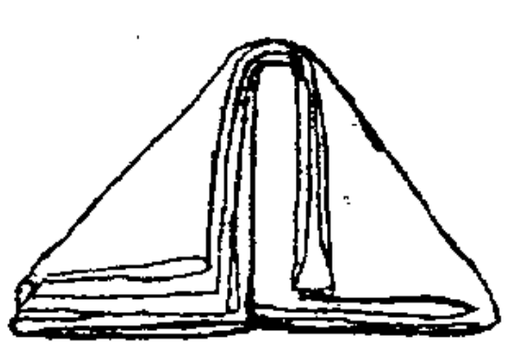


FIG. 3.

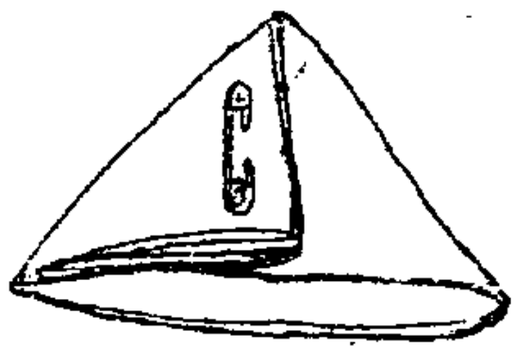


FIG. 4.

sur une partie de son pourtour conique se trouve un angle, une encoche formée par la superposition des deux chefs, c'est là que l'on place le fixateur (épingle de nourrice, pince à cravate ou pince à pantalons).

Au fond du cornet on met une boulette d'ouate.

On a ainsi un cornet aussi bien fermé que possible sur les côtés par les chefs du mouchoir qui chevauchent, au fond de l'entonnoir par la boulette d'ouate, dans l'épaisseur par la couche de papier.

Et alors, le malade étant assis ou couché, à jeun ou non, on projette cinq centimètres cubes de *Somnoforme* dans le fond du cornet, aussi près du fond que possible.

Et l'on porte rapidement la compresse sur la bouche et le nez que l'on

emboîte exactement dans l'encoche et on tache de faire adhérer exactement les pourtours du cornet au visage pour continuer l'exactitude de la fermeture.

Alors le malade respirant bien, on voit son œil se fixer... il dort, il garde longtemps les sensations de contact, mais on peut opérer, il est dans la période analgésique que l'on peut dépasser pour arriver à la période anesthésique s'il est nécessaire. Les contractures peuvent exister encore, il n'y a pas à en tenir compte. On peut opérer.

Pour pousser l'anesthésie plus loin, il faut faire simplement respirer davantage le patient dans le cornet et pour le maintenir anesthésié procéder à des rations d'entretien, comme pour les autres anesthésiques, mais en pratiquant toujours, autant que possible, l'herméticité du cornet, dans son contact avec la face.

M. SEIGLE

à Bordeaux.

LA MÉTHODE A SUIVRE DANS L'ENSEIGNEMENT DE LA PROTHÈSE [617.6.06]

— Séance du 10 septembre —

A la création de l'École dentaire de Bordeaux, le poste de professeur théorique de prothèse dentaire me fut confié. Je ne vous cacherai pas que tout d'abord, je vis mon rôle très difficile pour arriver à un résultat effectif.

Faire comprendre à des jeunes gens qui n'avaient aucun principe de mécanique, toute une profession aussi difficile que la nôtre et cela en leur expliquant théoriquement les diverses manœuvres de cette profession, me parut chose presque impossible. Car bien naturellement mes cours théoriques devaient marcher de l'avant sur les cours pratiques que ces jeunes gens recevaient dans l'École. D'un autre côté tout le monde sait que le feu sacré pour la prothèse n'existe presque chez aucun élève. Celui-ci n'a qu'un objectif, ses examens devant la Faculté de médecine, et étant donné que la prothèse n'entre pour ainsi dire pas dans ces examens définitifs, il s'en occupe peu; l'École dentaire, elle seule peut, exiger du candidat des connaissances sur la matière, mais ses exigences doivent être très modérées,

car nous comprenons très bien qu'avec la législation actuelle, il est matériellement impossible à l'étudiant d'apprendre en trois ans, une profession manuelle qui demande au minimum autant de temps d'apprentissage et le programme théorique réclamé par l'État.

M'étant pénétré de toutes ces considérations, je cherchais à maintenir l'attention des élèves en les intéressant le plus possible à mes leçons.

Je fouillai mon cours; je soignai les détails, me proposant de mettre trois ans à épuiser mon sujet. Mais mon auditoire fondit peu à peu et les réponses des quelques fidèles qui me restèrent ne furent pas brillantes aux examens.

Je compris que je faisais fausse route, et alors, au lieu de dilater mon cours, je le concentrai, je le simplifiai.

Bien m'en a pris. Si l'on juge de l'intérêt du cours au nombre des élèves qui y assistent, j'eus lieu d'être satisfait. D'abord je gardai compact le noyau des auditeurs que j'avais eus à mes premières leçons jusqu'à mes dernières. J'en revis une grande partie à ma seconde année et j'en revois encore à ma troisième année. Bref, il y eut des élèves et il y a des élèves qui assistent pendant trois ans au même cours et déclarent en tirer profit. Ce qui est sûr c'est que de l'aveu de tous nos examinateurs, la prothèse est de mieux en mieux sue, au moins théoriquement.

Pourtant, je n'ai laissé ignorer à aucun combien l'étude que nous allions faire était ingrate. Je leur disais, messieurs, nous avons ensemble à faire un voyage, et je vais vous en faire l'itinéraire. Vous mettrez assurément beaucoup plus de temps à le faire que je n'en mettrai à vous l'exposer, bien des choses nouvelles frapperont votre esprit, éveilleront vos idées, vous égaieront ou vous attristeront, moi, je vais vous dire vos étapes, l'heure de vos trains, vos points d'arrêts, vos buffets.

Si vous voulez faire vous-même l'itinéraire que je vous trace, comme moi il vous faudra dix fois faire le chemin.

Mais si vous savez mon compendieux programme, vous aurez une vue d'ensemble de votre voyage, vous saurez comment vous avez à ménager vos forces et vous vous retrouverez dans les lieux de connaissance, car, par votre souvenir vous vous reconnaîtrez.

Voir en outre dans une année toute la prothèse est un avantage sérieux à mon avis, car l'élève assidu au cours entend dans ses trois années, trois fois la même leçon et ce qu'il avait compris à moitié ou peut-être pas du tout la première fois, il le comprend tout à fait dans la dernière année et je ne me fais aucune illusion là-dessus, car les élèves de troisième année, qui avaient assisté aux cours, et que j'ai eu l'avantage d'examiner, m'ont absolument satisfait par leurs réponses, et ceci dans des questions parfois difficiles.

Comme je le dis plus haut, j'ai essayé de rendre ces cours intéressants et

intelligibles en faisant une division graduée des choses à apprendre en allant du simple au composé.

C'est cette division qui fait l'objet de mon rapport et que je vais décrire :

Laissant de côté toute l'énumération des outils utilisés dans la prothèse, réservant ce soin aux professeurs pratiques, j'étudie dans une première leçon toutes les *matières et substances qui entrent dans la confection des appareils prothétiques*. Cette leçon d'ouverture je la rends intéressante par des explications succintes sur la fabrication des dents de porcelaine, par quelques détails sur les dentiers en hippopotame aujourd'hui hors d'usage, en un mot je cherche à fixer l'attention de l'élève sur des choses qui peuvent l'intéresser.

Puis la leçon suivante, sans parler encore de fabrication d'appareil, je mets l'élève en rapport avec le *lieu d'élection de cet appareil, la cavité buccale*.

La troisième leçon porte *sur la prise de l'empreinte*, que l'on peut encore rendre intéressante en établissant des comparaisons sur les moyens anciens des prises d'empreintes avec ceux de nos jours, l'étude des matières plastiques employées dans cette opération fait également partie de cette leçon.

Dans la quatrième leçon l'empreinte ayant été prise, nous passons au premier travail qui se fait au laboratoire : *c'est la confection du modèle de plâtre*, l'élève sait déjà que nous allons faire sur ce modèle un appareil en caoutchouc, et il se trouve intéressé et par cela même tenu d'assister à tous les cours qui vont suivre, car c'est maintenant toute la fabrication de cette pièce qui va lui être démontrée.

Pour faciliter cette démonstration et établir des points de repère que l'élève pourra parfaitement retenir, j'ai *divisé en sept parties* la fabrication de l'appareil, que je vais si vous le voulez bien énumérer devant vous.

Nous prenons notre démonstration au moment où le modèle de plâtre est fait :

La 1re partie comprend : *le modelage d'une cire sur le modèle en vue de prendre l'articulation de la bouche*.

La 2e partie, *la prise de l'articulation, la rectification s'il y a lieu des dents de plâtre du modèle et le choix de la couleur des dents de la personne*.

La 3e partie comprend : *la mise de l'articulation sur un articulateur, la fabrication des crochets et l'ajustage des dents*.

La 4e partie, *l'essayage de l'appareil en cire*.

La 5e partie, *la mise de l'appareil en moufle et le remplacement de la cire par le caoutchouc*.

La 6e partie, *la vulcanisation de l'appareil*.

La 7e partie, *le dégrossissage et le polissage de l'appareil*.

J'ai la conviction, Messieurs, que la division de la confection de cet appareil en sept parties, facilite beaucoup nos élèves, ainsi ils retiennent mieux la théorie de la fabrication de la pièce en caoutchouc.

Naturellement l'étude de cette pièce en caoutchouc fait l'objet de plusieurs leçons et ce n'est qu'ensuite que nous passons à la pièce métallique.

Comme pour la précédente, nous avons divisé la fabrication de celle-ci en huit parties dans lesquelles nous retrouvons bien des temps semblables à ceux de la pièce en caoutchouc.

Le modèle étant préparé, nous voyons dans la première partie : *le modelage d'une cire pour prendre l'articulation de la bouche*.

2e partie, *prise de l'articulation, rectification des dents de plâtre du modèle, s'il y a lieu et choix de la couleur des dents de la personne.*

3e partie, *estampage de la plaque, fabrication des crochets, mise de l'articulation sur un articulateur et ajustage des dents.*

4e partie, *essayage des dents montées sur la cire et essayage de la plaque et des crochets.*

5e partie, *contreplacage des dents et ajustage des dents sur la plaque.*

6e partie, *essayage des dents sur la plaque.*

7e partie, *soudage des dents sur la plaque.*

8e partie, *polissage.*

L'élève qui aura bien compris ces leçons connaîtra théoriquement une bonne partie de la prothèse dentaire et celles qui suivront pour l'étude des appareils mixtes : or et caoutchouc et les réparations susceptibles d'être faites aux dentiers en caoutchouc ou en métal, seront comprises sans effort,

A ce moment l'élève sait travailler le métal et le caoutchouc et sait souder, il pourra aisément comprendre les leçons qui suivront et dans lesquelles il sera traité de dents à pivot, couronnes, travail à pont, etc., etc.

L'orthopédie dentaire faisant pour ainsi dire l'objet d'une seconde partie, à ces travaux de mécanique dentaire, nous réservons pour nos dernières leçons les études sur les appareils de redressement ramenés à leur plus grande simplicité.

J'estime qu'il est bon, en tenant compte du sujet aride que l'on traite, de ne pas prolonger la leçon au delà de quarante à quarante-cinq minutes, on ne peut pas demander plus à l'attention de l'élève.

En résumé, j'essaie de donner des vues d'ensemble simples et concrètes à l'élève. Je ne l'arrête pas aux détails, je lui fais voir les choses principales. Ainsi je tâche d'adapter mon effort aux exigences de la loi et de donner pour ma part, à l'élève un bagage aussi suffisant que ce laps de temps le permet. L'assiduité des élèves à mes cours, leurs excellentes réponses aux examens semblent encourager et récompenser une méthode qui s'éloigne des méthodes anciennes qui voulaient que la prothèse commençât par le balai et le nettoyage des vitres de l'atelier, et c'est pour ceci que j'ai cru intéressant de la soumettre à l'attention et à la critique des membres de la Section.

M. DELAIR

Chef de Clinique à l'École dentaire de Paris.

MÉTHODE NOUVELLE DE PROTHÈSE RESTAURATRICE VÉLO-PALATINE [617-60]

— Séance du 11 septembre —

L'an dernier, au Congrès dentaire international de Paris et depuis, à la Société d'Odontologie, j'ai eu l'honneur de présenter quelques mutilés de la face, portant des appareils imaginés et exécutés par moi et qui m'ont valu l'approbation de nos praticiens d'élite. Depuis lors, encouragé dans cette voie par de nombreux confrères, je me suis spécialisé à l'École dentaire de Paris dans l'art de la prothèse restauratrice et voué à sa vulgarisation.

A l'invitation pressante de mon ami le Dr Godon, l'âme de notre première école dentaire française et qui mieux que personne sait trouver des arguments irrésistibles pour convaincre les hésitants et stimuler les timides, j'ai pris la résolution de présenter aujourd'hui à vos suffrages éminents un procédé que j'emploie avec succès depuis de longues années pour remédier aux malformations vélo-palatines.

Les divisions palatines congénitales sont, vous le savez, fréquentes chez les deux sexes ; chaque année de nombreux conscrits sont exemptés du service militaire pour cette infirmité.

Je ne m'étendrai pas ici, votre temps étant précieux. sur la genèse de cette affection ; je ne vous parlerai pas non plus des divisions acquises, les effets étant les mêmes. Je vous rappellerai seulement que ceux qui en sont affligés sont en quelque sorte des parias au milieu de notre société. Peu communicatifs, ils se tiennent à l'écart de toute réunion, impuissants à vaincre une sorte de honte pour cette infériorité physique à laquelle ils sont à tout jamais condamnés.

Mais abrégeons. La staphylloraphie, l'uranoplastie, peuvent dans certains cas leur apporter du soulagement ; seulement le plus souvent l'état de ces malheureux ne peut être amélioré que par la prothèse. Nombre des nôtres se sont appliqués depuis près d'un siècle à rendre à ces déshérités l'existence moins pénible et ont réussi à leur faciliter l'acte si important de la déglutition, sinon à améliorer toujours la phonation.

Depuis A. Paré, qui le premier parla des obturateurs pour remédier à

ces perforations, beaucoup des nôtres ont fait profiter ces malheureux du fruit de leur savoir-faire et de leur science.

Je ne vous citerai que les noms des principaux, car l'énumération et la description de leurs travaux, d'ailleurs connus de nous tous, me feraient trop m'écarter de mon sujet.

Delabarre, Schange, Ninck, Préterre, Stearns, Pillette, Guersen, Goldenstein, Michaëls, Kingsley, Gillard, Martinier, de Marion, le Dr Claude Martin, Guérini, Heïdé et bien d'autres encore ont prouvé au monde scientifique le souci qu'a toujours eu le chirurgien-dentiste de soulager ces déshérités de la nature.

L'appareil le plus simple, le plus répandu et le plus facile à exécuter pour ces sortes de restaurations est celui que vous connaissez tous, c'est-à-dire une plaque palatine, en caoutchouc dur, terminée à sa partie postérieure par une languette de caoutchouc mou, le tout vulcanisé ensemble et ne formant qu'une seule pièce. Cet appareil est simple en effet à côté des appareils si ingénieux imaginés par l'Américain Kingsley et aussi par notre célèbre confrère le Dr Cl. Martin, de Lyon. Mais cet appareil simple, employé un grand nombre de fois surtout en France par notre devancier Préterre, ne donne que des résultats très imparfaits, car le voile de caoutchouc mou de forme concave, imitant le plus possible le voile naturel, ne suit pas les mouvements des débris de ce dernier.

Il en résulte, pendant certains mouvements de la déglutition ou de la phonation, une solution de continuité très préjudiciable à leur action physiologique.

L'appareil vélo-palatin creux, à poches d'eau du Dr Cl. Martin, donne à celui qui le porte une grande facilité de déglutition et de phonation par cette raison que la cavité naso-pharyngienne, intégralement close dans toutes ses parties, ne permet plus à l'air de sortir librement par les fosses nasales. Dès l'application d'un semblable appareil le son de la voix est modifié, l'intonation est plus sonore. Malheureusement l'exécution de cette pièce prothétique est d'une complication telle que le plus grand nombre reculent devant ce travail. De plus, le sujet auquel la pièce est destinée ne possède pas toujours la volonté tenace, la persévérance opiniâtre qui seules peuvent lui permettre de s'accoutumer à la longue à cet appareil volumineux.

Donc, étant admis incontestablement ce principe que : 1° le passage de l'air par les fosses nasales n'est pas absolument nécessaire à la respiration, si ce n'est pendant le sommeil ; 2° l'obturation intégrale de la cavité naso-pharyngienne facilite la déglutition et la phonation, je suis arrivé à conclure qu'il nous suffirait, pour obtenir des résultats analogues à ceux du Dr Martin, d'intercepter simplement tout passage d'air par le pharynx.

C'est donc grâce à ce principe que j'ai imaginé d'abord, puis appliqué

dans de nombreux cas — et après de persévérants essais — cet appareil de restauration vélo-palatine auquel j'ai cru devoir donner le nom de voile à clapet et que j'ai l'honneur de soumettre à votre compétence éclairée.

Mon voile en caoutchouc mou a les bords convexes et non concaves, comme cela s'est toujours fait. Il est relié à un appareil dentaire fixe en or par une charnière comme dans celui de Schange. Pour l'occlusion du pharynx il se relève en arrière des piliers postérieurs et se termine par une sorte de coupole ovale, dont les bords minces et souples épousent d'eux-mêmes, par simple contact, les moindres sinuosités du pharynx. Il se produit alors ce qu'en hydraulique on appelle le clapet, c'est-à-dire l'obstacle le plus simple au passage de l'air ou de l'eau

Pendant les mouvements d'élévation des débris du voile naturel, je vous ai fait remarquer que les bords concaves d'un voile artificiel juxtaposés — avec charnière ou non — sur les restes de l'organe naturel ne sont pas hermétiquement joints avec ce dernier. Ma manière de faire obvie à cet inconvénient grâce aux bords relevés de mon voile, dont les ailes se modèlent très intimement à la muqueuse par leurs bords convexes.

Bien entendu, selon les sujets, selon la profondeur et la largeur du pharynx, les dimensions du clapet doivent être plus ou moins variables, et la pratique seule fait discerner la grandeur et la forme définitives du voile artificiel à appliquer. Il peut être très facilement remplacé par le sujet lui-même, quand le caoutchouc mou arrive à se détériorer; j'ai imaginé à cet effet un petit mécanisme bien simple qui ne nécessite le secours d'aucun outil : les doigts suffisent.

Pour faciliter les mouvements d'élévation du voile artificiel et lui permettre de suivre ceux du voile naturel, une simple rondelle de caoutchouc mou sert de ressort; elle est retenue par une tige à anneau surmontant la partie postérieure de la plaque-base et se fixe à un crochet soudé sur un des deux écroux qui vissent le voile à la pièce postérieure mobile de l'appareil.

Je ne vous dirai pas qu'un sujet auquel un voile semblable est placé s'y accoutume *a priori*. Bien loin de là ! Quoique cet appareil soit beaucoup plus simple que celui auquel des sujets du Dr Cl. Martin ont pu pourtant s'habituer, il n'en est pas moins vrai que la difficulté d'accoutumance est grande. Je vous dirai donc, pour abréger, que j'ai tourné cette difficulté en procédant pour ainsi dire par étapes et que j'ai eu l'avantage de démontrer l'évidence de cette méthode sur des sujets munis de mes appareils à ma clinique de l'École dentaire de Paris.

Je pose donc, et d'abord, l'appareil dentaire base, en or autant qu'il est possible, supportantparfois des dents artificielles. Sitôt le sujet habitué à se servir de cette pièce, qui se termine au niveau de la face postérieure des dents de sagesse et sert parfois d'obturateur dans les cas de fissure

totale de la voûte palatine, j'ajoute une languette de caoutchouc mou à bords convexes, que j'appelle demi-voile. Huit jours suffisent généralement pour l'accoutumance complète à ce vestige de voile, qui a 37 m/m de largeur, 22 m/m de profondeur et pèse 1 gr. 3 déc.

Ensuite je remplace ce n° 1 par le n° 2 ou voile ayant 42 m/m de largeur sur 31 m/m de profondeur et qui pèse 2 gr. 8 déc. Puis, environ huit jours après, je lui substitue le n° 3 ou demi-clapet qui est le diminutif du dernier, qui a 48 m/m de largeur, 42 m/m de profondeur et pèse 4 grammes.

Enfin, sitôt les chatouillements disparus, c'est-à-dire une quinzaine de jours après, je fixe l'appareil à clapet définitif dont les dimensions sont : largeur 50 m/m, profondeur 46 m/m, poids 5 gr. 1/2.

Entre le voile et le clapet sont ménagées deux échancrures dans lesquelles se logent les piliers postérieurs. Aussitôt ce clapet adapté, le son de la voix change d'intonation, quoique la parole ne soit pas améliorée, au contraire. Le sujet, qui peu à peu s'est accoutumé au corps étranger qui fait à son palais une sorte de pont, mange et boit cependant déjà mieux, l'isthme du gosier étant reconstitué ; il ne lui reste plus qu'à apprendre à parler et à corriger la défectuosité de sa prononciation, ce qui ne dépend plus que de lui et du temps. Mais le jeu des muscles, aidés par la volonté, se modifiant peu à peu, il arrive graduellement à parler d'une façon très distincte. De plus, l'expectoration et le moucher sont facilités.

Chargé du cours pratique de prothèse restauratrice à l'École dentaire de Paris, je me propose d'initier à la prothèse vélo-palatine le plus grand nombre possible de nos futurs chirurgiens-dentistes, et j'espère que la vulgarisation de ce nouveau procédé permettra à beaucoup d'entre eux de se consacrer aussi, dans de très nombreux cas, à ces deux nobles tâches auxquelles chacun de nous ici concourt selon ses aptitudes : le soulagement de l'humanité et l'avancement de la science.

M. le Dr Oscar AMOEDO

Professeur à l'École dentaire de France.

LES DENTS DU PITHECANTHROPUS ERECTUS DE JAVA. [614-31 : 169]

— *Séonce du 11 septembre.* —

En 1898, nous donnions dans notre Traité sur *l'Art dentaire en médecine légale* une description anatomique des dents du Pithecanthropus erectus, qui différait notablement de celle que les savants en avaient faite jusque-là. Nous ne serions pas revenu sur ce sujet si cette question, si palpitante d'intérêt, n'avait pas suscité des travaux plus récents et d'un intérêt tout particulier.

Citons en première ligne les mémoires si documentés de G. Schwalbe, publiés dans le *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie*, t. I et II. Tout le monde a appris l'intérêt et l'appui que voulurent bien apporter à cette question l'empereur Guillaume II et un milliardaire américain, M. Vanderbilt.

Comme l'examen des organes dentaires a une importance de premier ordre dans le débat, nous avons cru devoir revenir aujourd'hui sur ce point et compléter notre première description. Nous considérons, en effet, qu'il est du devoir des chirurgiens-dentistes de prendre place dans la discussion, et puisque les fouilles nous ont mis en présence de quelques spécimens dentaires, d'apporter à la science la contribution qui nous est permise par la connaissance que nous devons avoir de ces organes. On a accusé si souvent notre profession d'empirisme que nous ne devons pas perdre une occasion de montrer les ressources que notre art peut fournir aux connaissances générales dans les relations de l'odontologie avec la science en général.

Nous rappellerons d'abord brièvement l'historique de la question.

En 1891, M. le Dr Eug. Dubois, médecin militaire hollandais, trouva à Java, dans un terrain qui appartiendrait au pliocène supérieur ou au quaternaire le plus ancien, des débris de squelettes consistant en une calotte crânienne, deux dents molaires et un fémur.

Dans la description (Pithecanthropus erectus, eine menschenaehnliche Uebergangsform aus Java, Batavia, Landesdruckerei, 1894) que M. Dubois donne de ces pièces, il les attribue à un animal intermédiaire à l'homme et

aux grands singes anthropoïdes. C'est, d'après lui, le véritable précurseur de l'homme : le Pithecanthropus erectus.

M. Manouvrier, qui entretenait la Société d'Anthropologie de cette intéressante découverte (3 janvier 1895), fait remarquer que ces pièces trouvées par hasard sont justement celles qui peuvent donner le plus de renseignements sur le volume et la forme de l'encéphale, sur l'attitude du corps et sur l'importance des maxillaires par rapport au crâne.

Ces trois pièces, dit-il, sont presque exactement celles que j'aurais choisies pour m'éclairer sur la question, s'il m'eût été permis d'en choisir trois seulement sur un squelette entier.

Laissant de côté tout ce qui ne cadre pas avec l'étude des dents, nous ne nous occuperons que de la molaire trouvée non loin du crâne.

C'est une troisième molaire supérieure, continue M. Manouvrier, dont la surface triturante seule rappelle l'aspect d'une dent humaine ; son volume, la direction antéro-postérieure de sa couronne et l'écartement considérable de ses racines, ne permettent pas de l'attribuer à un homme.

D'autre part, elle diffère des dents de gorille et de chimpanzé.

M. Manouvrier a cherché dans les collections du Musée Broca s'il ne trouverait pas une dent aussi développée. Après avoir passé en revue une centaine de crânes de nègres d'Afrique et d'Océanie, il en découvrit une sur un crâne de Néo-Calédonien, de Kanala. C'est une troisième molaire inférieure, mais on sait que la dent de sagesse inférieure est généralement plus grosse que la supérieure. Cette dent est atteinte le plus souvent de géantisme, tandis que la supérieure au contraire est atteinte de nanisme. Quant à la troisième molaire supérieure, il n'en put trouver aucune approchant de la dent de Java, même dans la race nègre.

M. Manouvrier considère cette dent comme ayant appartenu soit à un anthropoïde, soit un être humain d'une race disparue.

C'est en rapprochant le volume de cette dent des petites dimensions du du crâne, que M. Dubois a cru pouvoir dire qu'on se trouvait en présence d'un ancêtre de l'homme, le plus ancien de ceux connus jusque-là.

Nous n'entrerons pas dans le débat qui s'est élevé entre les savants au sujet de ce crâne.

Les uns, Cunningham, Turner, en Angleterre, le considèrent comme un crâne humain ; d'autres, Kraüse, Virchow, Luschan, Waldeyer, croient qu'il a appartenu à un anthropoïde.

M. Manouvrier, tout en observant une certaine prudence, attribue une grande importance à la découverte de M. Dubois et se rallie, en somme, à son opinion. Dans la même année, il est revenu sur cette question et lui a consacré un important mémoire, publié pur le *Bulletin de la Société d'Anthropologie*.

Il eut l'occasion de voir les pièces elles-mêmes, lors d'un voyage de

M. Dubois à Paris, et fut frappé de l'état de fossilisation complète des os, état comparable à celui des pièces de Trinil et du Néanderthal. La fossilisation ne se trouve, en effet, que sur les ossements remontant à l'époque tertiaire, et le Pithecanthropus doit donc être rangé dans cette catégorie.

Les squelettes les plus anciens de l'époque quaternaire, ceux de Spy, par exemple, ont conservé un aspect peu différent des ossements néolithiques.

L'examen d'une autre dent trouvée avec la première, mais dont M. Manouvrier n'a connu que plus tard l'existence (deuxième grosse molaire supérieure, d'après lui), et de la dent primitive, a permis à M. Manouvrier d'écarter l'hypothèse attribuant ce crâne à un anthropoïde.

Il conclut qu'on se trouve probablement en présence d'une race antérieure à l'espèce humaine et ancestrale au même titre que la race du Néanderthal et de Spy.

Nous n'avons pas l'intention de passer en revue les innombrables articles parus, soit dans la presse politique, soit dans la presse scientifique ; je citerai seulement les derniers articles de Manouvrier : *Réponse aux objections contre le Pithecanthropus* (*Bulletin de la Société d'Anthropologie*. Paris 1896), des études très intéressantes de J. Mies : *Les formes intermédiaires entre l'animal et l'homme* (in Corresp. der aerztlich. Vereine in Rheinland Westfalen, 1897) et le travail plus récent, déjà cité, de G. Schwalbe : *Études sur le Pithecanthropus erectus de Dubois*.

A l'Exposition universelle de 1900, on put voir, à la section des Indes Néerlandaises, une reconstitution du *Pithecanthropus* faite par les soins du Dr Dubois. Ceci donna lieu à quelques remarques de MM. Manouvrier et Himly qui, au Congrès international d'Anthropologie, protestèrent contre la hâte du docteur Dubois à trancher le débat. A leur avis, la question étant encore pendante, il était prématuré de tenter une semblable reconstitution, puisqu'on risquait de pencher dans un sens ou dans l'autre sans documents suffisants.

Nous signalerons en dernier un travail présenté à l'Académie de Vaucluse par M. Gabriel Bourges.

Cet auteur, qui n'a encore eu connaissance que de l'existence d'une seule dent attribuée au Pithecanthropus, perpétue dans sa description les anciennes erreurs commises par les anatomistes qui l'avaient examinée et que nous croyons avoir été le premier à relever, à savoir que le diamètre le plus long de la couronne était transversal, c'est-à-dire bucco-lingual, et non pas antéro-postérieur, c'est-à-dire mésio-distal, comme il avait été dit.

Comme la plupart des considérations ethnologiques sont tirées justement de cette direction anormale de la dent, il nous a paru utile de profiter d'une réunion où sont assemblés tant de représentants des différentes branches de la science, pour donner notre opinion anatomique sur lesdites dents.

Il s'agit de deux dents supérieures : l'une, première molaire gauche; l'autre, troisième molaire droite. Les racines sont rouge foncé, tirant sur le noir, les couronnes sont blanches.

Les couronnes sont renflées, boursouflées, se rétrécissant rapidement vers le collet, à l'exception de la face mésiale qui, par comparaison avec les dents voisines, est aplatie d'une façon fort nette. La face triturante de la première grosse molaire est usée au point de ne plus présenter de traces des sillons ni des tubercules qui y existent normalement. Cette usure est un peu concave suivant le diamètre bucco-lingual.

La dent de sagesse, au contraire, ne porte pas d'usure, si ce n'est une petite facette sur la crête marginale mésiale, qu'on peut considérer comme un commencement d'usure.

Les racines sont relativement courtes et la racine palatine de la dent de six ans un peu divergente. Sur la dent de sagesse, tant la racine palatine que les deux racines buccales ou jugales, qui sont soudées, sont aussi fortement divergentes.

Première grosse molaire. — Cette dent a été considérée par les anatomistes qui l'ont décrite comme la deuxième grosse molaire. Si nous la comparons aux caractères anatomiques de la première molaire supérieure, nous voyons qu'elle s'en rapproche absolument. En effet, sa couronne, vue par sa face triturante, a une forme ovoïde, et son grand axe mésio-distal est situé du côté palatin ou lingual. La même surface triturante, au contraire, dans la deuxième grosse molaire, a un diamètre mésio-distal plus grand du côté buccal ou jugal. De plus, le sillon disto-lingual, qui a disparu sur la face triturante, par suite de l'usure, franchit la crête marginale linguale et apparaît sur toute la surface linguale de la couronne et de la racine, divisant très apparemment cette surface en deux lobes, l'un mésial, l'autre distal. C'est là un caractère qu'on ne trouve jamais sur une deuxième grosse molaire, dont la même face est toujours arrondie.

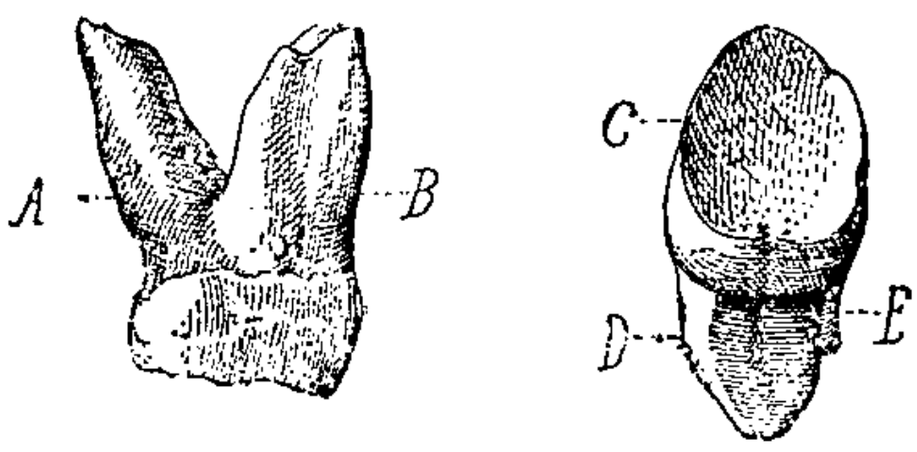


FIG. 1.

Quant aux racines, la palatine est aplatie dans le sens linguo-buccal, comme dans toutes les dents de six ans, tandis que, dans la deuxième grosse molaire, cette racine est arrondie.

Des racines buccales, la mésiale, plus large et plus longue que la distale, se trouve sillonnée dans toute sa longueur, donnant l'apparence de deux racines soudées et c'est probablement le cas ici, car elles semblent avoir deux apex indépendants.

La racine distale est arrondie légèrement et accolée à la racine mésiale.

De cette description il ressort pour nous, qu'il s'agit là d'une première molaire supérieure gauche.

Troisième grosse molaire. — Contrairement à la description qui a été faite de cette dent, nous trouvons que le diamètre le plus long de cette couronne est linguo-buccal c'est-à-dire transversal et non pas mésio-distal, c'est-à-dire antéro-postérieur. Sa couronne est, en général, plus grande que le type ordinaire des dents de sagesse supérieure. Sa forme est à peu près normale, elle est aplatie sur sa face mésiale (antérieure) par la pression exercée sur la deuxième grosse molaire; cette face se termine aux extrémités buccales et linguales par des angles saillants, tandis qu'elle s'arrondit sur ses trois autres faces, à tel point que les faces se confondent l'une avec l'autre.

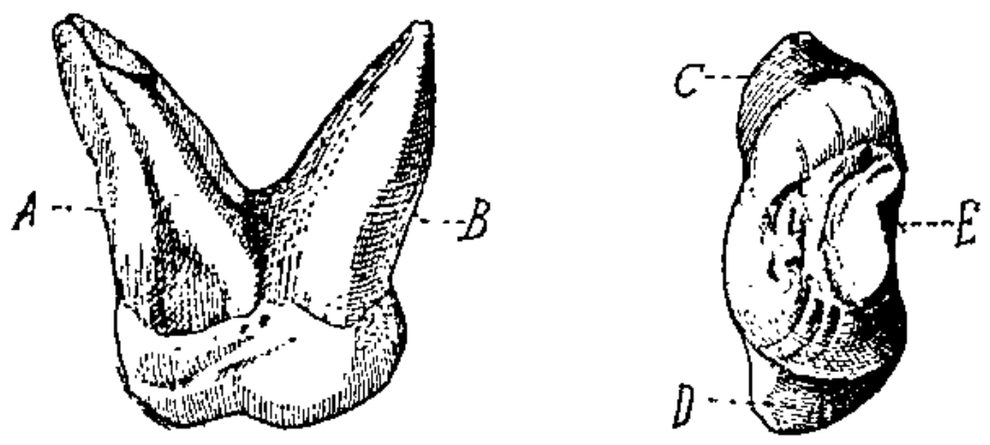


FIG. 2.

C'est là d'ailleurs un caractère commun à toutes les dents de sagesse dû à sa situation à l'extrémité de l'arcade dentaire, sans autre dent pour la comprimer à sa face distale (postérieure). Sa racine palatine est courte, relativement divergente et aplatie dans le sens bucco-lingual. Si on la compare avec celle de la première grosse molaire, on voit qu'elle est plus arrondie.

Ses deux racines buccales, aussi divergentes, sont soudées, sa racine mésiale (antérieure) présente une grande analogie avec la racine semblable de l'autre dent, c'est-à-dire que, comme elle, est fortement sillonnée dans toute sa longueur. Sa racine distale, plus longue, est accolée à la précédente.

Il ne nous appartient pas de tirer des conclusions de la description que nous venons de donner; nous nous sommes seulement proposé de faire une description anatomique aussi fidèle que précise. Aux anthropologistes à tirer parti de notre travail. Nous serions trop heureux, si notre contribution peut être utile dans l'échafaudage d'une science si belle et si ardue.

Nous rapportons ici le résultat des mensurations que nous avons pratiquées sur ces dents, et celles données par Black, des mêmes molaires humaines normales.

MENSURATION EN MILLIMÈTRES

	DENTS du PITHECANTHROPUS	LONGUEUR DIAMÈTRE de la couronne à l'apex		Du collet aux cuspides buccales	Du collet aux cuspides linguales	Du collet à l'apex des racines buccales	Du collet à l'apex de la racine palatine	Diamètre de la couronne mésio-distale	Diamètre de la couronne bucco-linguale	Diamètre du collet mésio-distal	Diamètre du collet bucco-lingual
		Racine buccale	Racine palatine								
	Première molaire. . .	19	17	6,5	6	12,5	11	12	13,3	8	12,5
	Troisième molaire : (Dent de sagesse) . . .	22	19,5	8,5	6,5	13,5	12	11	15,5	8,5	9
Mensurations normales (Black).	Première molaire :										
	Moyenne	20,8		7,7		13,2		10,7	11,8	7,5	»
	Plus grande. . . .	24,0		9,0		16,0		12,0	12,0	8,0	»
	Plus petite	17,0		7,0		10,0		9,0	11,0	7,0	»
	Troisième molaire :										
	Moyenne	17,1		6,3		11,4		3,6	10,6	6,1	»
	Plus grande. . . .	22,0		8,0		15,0		10,0	14,5	8,0	»
	Plus petite	14,0		5,.		8,0		7,0	8,0	5,0	»

M. le Dr Oscar AMOEDO

Professeur à l'École dentaire de France.

LES ÉPULIS, LEUR TRAITEMENT A LEUR DÉBUT PAR LE CHIRURGIEN-DENTISTE

[617.60]

— Séance du 11 septembre —

INTRODUCTION

Les progrès de la médecine et de la chirurgie ont amené le développement des spécialités. L'activité humaine, ne pouvant tout embrasser, a senti bientôt la nécessité de limiter son champ d'action. L'antiquité nous avait déjà donné des exemples de médecins et de chirurgiens qui s'occu-

paient plus spécialement de telle ou telle partie de leur art. Mais, de nos jours, les spécialités ont pris une extension nouvelle et raisonnable en somme, puisque celle-ci repose sur le développement des sciences anatomiques et pathologiques.

Certaines de ces branches de la médecine ou de la chirurgie ont leur domaine bien déterminé : l'ophtalmologie réclame l'œil et ses dépendances, l'otologie l'oreille, etc. Pour des raisons diverses, l'odontologie n'avait pas jusqu'ici présenté un territoire aussi net, et ce fut avec une approbation unanime qu'au Congrès dentaire de Lyon, en 1898, le docteur Tellier fixa son domaine à la région *gingivodentaire*.

Le chirurgien-dentiste, en effet, par la nature même des soins qu'il donne est amené à examiner la bouche dans toutes ses parties, et, s'il est sagace et instruit, il saura voir des choses capables d'échapper au patient. Que de fois il nous est arrivé de surprendre nos malades venus à nous pour une dent cariée, pour un appareil prothétique, en leur annonçant la présence sur leurs gencives d'une petite tumeur, d'une épulis !

A ce point de vue, il est intéressant de noter que notre pratique comme cliniciens nous met dans des conditions d'observations bien différentes de celles où se trouvent nos maîtres des hôpitaux. Les malades qui se rendent aux consultations hospitalières le font le plus souvent quand déjà l'affection dont ils se plaignent est nettement déclarée, quand même l'intervention est devenue difficile. C'est ce qui arrive pour les épulis.

Ces petites tumeurs, qui naissent sur la gencive, ont une évolution assez lente; elles présentent en tout cas une période de début pendant laquelle non seulement elles ne constituent pas une gêne, mais elles ne sont pas même connues par le malade. Ce n'est que lorsqu'elles ont pris un assez grand développement qu'elles deviennent gênantes et qu'elles sont aperçues par le sujet. La consultation qui s'impose alors peut bien souvent encore être retardée par cette sorte de timidité qu'ont certains malades à cacher leur état. Ce n'est donc que très tard, le plus souvent lorsque l'affection est déjà en pleine évolution, que le chirurgien d'hôpital est amené à faire le diagnostic de ces tumeurs.

Nous autres dentistes, au contraire, nous nous trouvons dans une situation spéciale et tout à fait privilégiée pour l'examen de cette affection. Les malades qui viennent demander nos soins pour leurs dents ignorent très souvent l'existence dans leur bouche de ces petites tumeurs à leur origine. Les soins que nous leur donnons nous amènent donc à les découvrir et, comme nous pouvons les voir tout à fait à leur début, il est de notre devoir d'en faire le diagnostic et d'en établir tout de suite le traitement que nous pouvons appliquer.

C'est pour ces différentes raisons que nous avons voulu traiter aujourd'hui cette question des épulis. Nous insistons pour le moment sur deux points :

Ces tumeurs sont d'origine gingivo-dentaire, elles sont donc dans le champ d'action du chirurgien-dentiste; celui-ci enfin, par l'inspection quotidienne de la bouche de ses clients, peut les découvrir tout à fait au début de leur évolution et est en mesure dès lors de les traiter utilement.

C'est sur ce traitement des épulis par le chirurgien-dentiste que nous insisterons, après avoir décrit ces tumeurs au point de vue anatomo-pathologique et symptomatologique.

DÉFINITION

La dénomination d'épulis que les anciens ont donnée aux tumeurs apparaissant sur les gencives est très sage et très expressive, bien que fort insuffisante de nos jours. Elle a, en effet, l'avantage d'englober une foule de tumeurs que l'histologie et l'anatomie pathologique ont différenciées dans les temps modernes. Ce mot d'épulis (EPI, sur, OULON, gencive) n'indique pas autre chose que le siège de la tumeur qu'on appelait encore *épulie*, *époulis* et *époulide*. C'est donc là une expression dont la valeur clinique est considérable, et vraiment, si la science n'avait pas évolué, nous ne chercherions pas de mot plus exact, plus bref, pour désigner les tumeurs dont nous allons parler. Mais les hommes n'ont pas borné leurs investigations à l'examen morphologique desdites tumeurs (forme, volume, couleur, consistance); armés du microscope et aidés des travaux des grands génies du XIX^e^ siècle, ils ont pénétré la constitution intime de ces tissus de néoformation et les ont désignés sous d'autres noms : fibrome, sarcome, épithéliome, etc.

Aussi, que reste-t-il de cette ancienne classification? Rien, sinon un embarras considérable pour le clinicien de nos jours. Ouvrez les traités classiques et la divergence dans la classification sera la preuve du peu de précision qui règne en cette matière. A quelle catégorie de tumeurs doit-on réserver le nom d'épulis! Certains auteurs décrivent des fibromes, des ostéomes et des sarcomes, etc., puis çà et là, au cours de leur description, les uns au sujet des fibromes, les autres au sujet des sarcomes, parlent des épulis. Mais, en réalité, il n'y a là rien de précis et nous avouons que nous avons hésité beaucoup pour établir le titre de cette communication.

Tout le monde accorde qu'une épulis est une tumeur qui apparaît sur les gencives; c'est là une vérité clinique; mais quelle est la nature de cette tumeur? Est-elle fibreuse? épithéliale? Voilà où les divergences naissent. C'est qu'en réalité la tumeur épigingivale peut être tout cela et qu'on a de nombreux exemples vérifiés par l'examen histologique de ces différentes variétés.

Un court aperçu sur l'historique de cette affection nous renseignera amplement sur les fluctuations de cette appellation.

HISTORIQUE

Ces tumeurs sont connues depuis la plus haute antiquité. Observées fort probablement par Hippocrate et ses successeurs, elles furent mentionnées par Celse, Scribonius, Galien, Cœlius Aurelianus, Aćtius et Paul d'Egine en recommandent le traitement par l'incision, Les médecins arabes, pour éviter les hémorragies consécutives, conseillèrent la cautérisation au fer rouge. Abulcasis, ayant observé de fréquentes recidives, recommanda d'appliquer sur la plaie du vert-de-gris.

Les auteurs du moyen âge nous ont laissé de nombreuses observations d'épulis. Guy de Chauliac, Valescus de Tarente, A. Paré, F. d'Aquapendente, Fabrice de Hilden, Severin, etc., en relatent les symptômes divers et le traitement dans leurs œuvres.

L'excision et la cautérisation sont toujours les moyens employés. A cette liste déjà longue, il serait juste toutefois d'ajouter les noms d'observateurs consciencieux : Stalpart Vanderwiel, L. Heister, Fauchard, Heuermann, Bourdet, J. Hunter, Jourdain, Richter, Callisen.

Jusqu'à la dernière moité du XIXe siècle on comprenait sous la dénomination d'épulis toutes les tumeurs solides qui paraissaient sur la partie gingivo-dentaire des maxillaires. On spécifiait cependant diverses variétés, et Petit, dans son article « Epulie » du *Dictionnaire des Sciences médicales*, publié par Panckoucke en 1815, s'appuyant sur les observations des auteurs que nous avons cités, établissait cinq variétés d'épulis :

1° Épulis simple sans altération des gencives ;
2° Épulis cartilagineuse ;
3° Épulis, suite de parulis occasionnée par la carie d'une ou de plusieurs dents;
4° Épulis avec carie de l'os maxillaire ;
5° Épulis produite par la nécrose de l'os maxillaire.

Cette division purement étiologique ne pouvait durer longtemps, et, lorsque les progrès de l'histologie et de l'anatomie pathologique eurent montré la nature intime des tissus qui composent ces néoformations, elle fut définitivement abandonnée par les médecins et les chirurgiens. Les dentistes, cependant, continuèrent de la suivre dans leurs descriptions, et de nos jours encore on trouve, dans certains traités et manuels destinés à l'enseignement, un chapitre consacré à ces tumeurs.

Dès 1872 cependant, Guyon, dans sa remarquable étude du *Dictionnaire Dechambre*, disait à ce sujet : « On sait que le terme d'épulis se rapporte seulement aux caractères cliniques de certaines productions qui paraissent implantées sur la gencive ; au point de vue anatomique, on doit admettre des épulis fibreuses, sarcomateuses, cancéreuses, etc... Il n'y a donc pas lieu de conserver cette dénomination dans une classification des tumeurs. »

L'éminent chirurgien, on le voit, tranchait hardiment le problème et décrivait des fibromes, des enchodromes, des ostéomes, des lipomes, des sarcomes, des mixomes, des carcinomes, et dans chacune de ces variétés indiquait celles qui peuvent aboutir à l'épulis, c'est-à-dire à l'apparition sur la gencive.

Broca (*Traité de Chirurgie*, t, V) remarque avec raison que cette classification grossière est insuffisante aujourd'hui, que les détails anatomiques et cliniques propres à chacune des variétés de tumeurs englobées sous la dénomination

d'épulis commencent à être mieux connues, et il note la tendance actuelle qui est de réserver le nom d'épulis aux tumeurs de nature conjonctive, c'est-à-dire aux fibromes et aux ostéosarcomes. Il divise ces tumeurs conjonctives d'après leur origine muqueuse ou sous-muqueuses et alvéolaire, et décrit les fibromes, les sarcomes et les chondromes.

Kirmisson donne une division à peu près semblable et décrit des fibromes, des enchondromes des ostéomes, des sarcomes, des myxomes et des épithéliomes. Les fibromes, les sarcomes et aussi les épithéliomes peuvent, selon lui, donner lieu à autant de variétés d'épulis.

Mais si ce terme d'épulis est si vague, ne conviendrait-il pas de s'en défaire et de le reléguer dans la nomenclature historique ? En somme qu'indique-t il ? Quelque chose, une néoformation apparaissant sur la gencive ; il indique, en précisant le siège, qu'il y a une tumeur. Dès lors on serait en droit de s'en passer et de dire, en parlant de l'affection qui nous occupe, tumeur fibreuse, tumeur sarcomateuse, etc. Enfin, pour simplifier encore, on pourra dire seulement fibrome, sarcome, etc.

C'est cette nomenclature que nous suivrons, et nous étudierons ces différentes tumeurs qui peuvent apparaître sur les gencives.

Pour être complet, nous décrirons toutes ces tumeurs et nous en reconnaîtrons trois classes importantes :

1° Les tumeurs fibreuses ;

2° Les tumeurs sarcomateuses ;

3° Les tumeurs épithéliales.

Nous noterons en dernier lieu que certaines épulis peuvent être des tumeurs chondromateuses, mais ces cas sont rares.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE

1° *Fibromes* (épulis fibreuses).

Nous ne parlerons pas ici des fibromes centraux d'après la division de Paget, puisque ces tumeurs, qui peuvent atteindre un développement énorme, ne sont jamais des épulis.

Les fibromes périphériques, au contraire, sont des épulis. Ils ont leur point de départ au niveau du bord alvéolaire dans l'intervalle qui sépare deux dents voisines. Leur volume est d'ordinaire peu considérable et un pédicule mince les réunit au point d'implantation. On a vu des épulis fibreuses envahir cependant l'os progressivement et pénétrer dans l'antre d'Highmore.

Ces tumeurs, qu'elles soient centrales ou périphériques, sont formées de faisceaux de tissus fibreux entrecroisés et groupés en lobules. Elles peuvent subir des transformations partielles calcification, ossification (Lee), chondrification.

Certains auteurs ont signalé des transformations en sarcomes *(recurrent*

fibroïd des Anglais). Enfin le frottement avec les dents, la pression que leur fait subir la mastication ont souvent produit des ulcérations et des suppurations de ces tumeurs.

2° *Sarcomes* (épulis sarcomateuses).

Le sarcome est la forme habituelle des tumeurs qui apparaissent sur la gencive au niveau du bord libre de l'arcade dentaire.

On sait, d'autre part, que les sarcomes sont les plus fréquentes de toutes les tumeurs des maxillaires. Le point de départ de l'épulis sarcomateuse est variable.

Pour Virchow, l'épulis est une production sous-périostique ; Richet et Verneuil et Magitot ont apporté des observations où la tumeur sortait de l'intérieur d'un alvéole. Pour Nélaton, son point de départ serait la moelle osseuse.

Quelle que soit son origine anatomique, l'épulis sarcomateuse forme ordinairement une masse molle, irrégulière, paraissant implantée à la surface de l'os dans des points variables.

Cornil et Ranvier en donnent les caraclères histologiques suivants :

« Les épulis sont tantôt des sarcomes myéloïdes, tantôt des sarcomes ossifiants. Ces tumeurs, recouvertes par la muqueuse buccale, présentent au milieu de leur masse ou à leur périphérie des trabécules osseuses, plus ou moins complètes sous forme de rayons s'éloignant de leur base d'implantation, ou irrégulièrement disposées. Ces trabécules sont entourées de toutes parts d'un tissu conjonctif à cellules fusiformes, plus ou moins riches en myéloplaxes; elles offrent dans leur intérieur de véritables corpuscules osseux à prolongements anastomotiques bien nets, mais moins nombreux, plus larges d'habitude que ceux du tissu osseux physiologique.

» A la périphérie de ces trabécules osseuses il n'est pas rare de voir de jeunes cellules situées à moitié dans le tissu médullaire et englobées par moitié dans l'os, dont on surprend ainsi le développement.

» Enfin des travées osseuses en voie de formation, qui sont toujours implantées sur l'os ancien, se dégagent des fibres rigides. Ces fibres, fibres arciformes de l'encoche d'ossification, fibres de Sharpey quand elles sont comprises dans l'épaisseur de l'os, sont parfois en si grand nombre dans les épulis qu'elles forment alors la plus grande partie de ces petites tumeurs.

» On pourrait se demander si les épulis sont des ostéomes ou des sarcomes. Elles tiennent de l'ostéome par la propriété qu'elles ont d'engendrer de l'os; mais il n'y a jamais de transformation osseuse complète dans ces tumeurs : elles offrent simplement une ébauche d'ossification. C'est en raison de ces caractères qu'il faut les ranger dans les sarcomes. (Cornil et Ranvier.)

Les sarcomes à myéloplaxes sont plus particulièrement des tumeurs d'origine périostique, osseuse ou médullaire, ainsi que le démontre la composition des épulis observées à la mâchoire supérieure ou inférieure et au niveau des gencives.

A l'œil nu, ces tumeurs sont déjà reconnaissables. Sur une section, elles présentent une teinte chamois plus ou moins foncé, tandis que les sarcomes ordinaires sont gris, roses ou blancs.

Leur constance est remarquable aussi, ce qui tient à la présence de formations ossiformes.

Les chondromes sont rares, avons-nous dit. Quelques tumeurs de ce genre, cependant, peuvent former des épulis, puisqu'elles naissent soit dans l'épaisseur même des os, soit sous le périoste.

De nature ordinairement fibro-cartilagineuse, les chondromes peuvent parfois s'associer aux sarcomes. C'est du moins l'opinion admise en Allemagne par Billroth et confirmée en France par les belles recherches de Ranvier.

3° *Tumeurs épithéliomateuses* (épulis épithéliales).

Ces tumeurs occupent d'ordinaire à leur origine le bord alvéolaire et font saillie au-dessus de la muqueuse gingivale. Mais rapidement l'épulis, quand elle est dans cette nature, prend de l'extension et se propage au loin dans l'os et les tissus circonvoisins.

D'ailleurs, bien qu'il ne soit pas douteux que, dans certains cas, les épulis soient de nature épithéliomateuse, on a coutume de considérer cette catégorie de tumeur comme essentiellement bénigne et, par conséquent, d'en exclure les épithéliomes. C'est pour nous conformer à l'usage que nous décrivons ici les épithéliomes épigingivaux, car, si par leur siège ils rentrent dans les épulis, par leur nature essentiellement envahissante, par leur développement plus rapide, ils s'éloignent tout à fait des épulis qui sont d'ordinaire bénignes.

ÉTIOLOGIE

Les épulis s'observent surtout chez de jeunes sujets ; on peut toutefois les voir apparaître à tous les âges. Toutes les causes d'irritations locales (chicots, avulsion des dents, présence de racines dans les alvéoles) ont été invoquées comme facteurs étiologiques.

Les pièces prothétiques avec leurs crochets ont été incriminées à juste titre par nombre d'auteurs.

Qu'il sagisse de fibromes, de sarcomes, d'épithéliomes ou de chondromes, le traumatisme joue assurément un rôle considérable. L'origine dentaire est indiscutable dans un nombre important de cas observés. C'est aussi

avec raison que E. Nélaton a fait remarquer que les tumeurs à myéloplaxes sont une affection du jeune âge et souvent de l'enfance, qu'elles se développent d'ordinaire entre 15 et 25 ans. Quant aux épithéliomes, leur origine n'est pas plus connue que celle du cancer en général.

Ces considérations étiologiques, qui sont classiques et que l'on rencontre dans tous les auteurs, sont incomplètes, à notre avis. Elles laissent de côté un point important, qui est l'état chimique de la bouche. On sait que cette région du corps est un milieu riche en microbes de toutes espèces, que la sécrétion salivaire, même normale, y constitue un milieu de développement remarquable pour les micro-organismes et qu'enfin il est très fréquent que le coefficient acide ou alcalin de ce milieu soit vicié. Il se produit alors des dépôts de tartre, et nous incriminons beaucoup ce tartre comme facteur étiologique des épulis. Nous voulons parler ici de ce tartre séreux qui se dépose sur le collet des dents et non du tartre phosphatique qui se dépose autour de la couronne.

SYMPTOMATOLOGIE

1° Les symptômes fonctionnels des épulis fibreuses sont nuls au début, et, si la tumeur reste petite, ils peuvent manquer pendant toute la maladie.

Le fibrome périphérique apparaît d'abord comme une légère saillie au niveau du bord alvéolaire. Quand il a atteint un certain développement, il soulève la joue et provoque une déformation faciale plus ou moins accentuée. Sa forme reste arrondie tant que son volume est petit; mais plus tard il se moule sur les parties osseuses voisines.

L'exploration digitale indique une tumeur dure, de consistance égale, lisse, à muqueuse saine et mobile. Il n'y a jamais de retentissement ganglionnaire. Enfin, s'il y a ulcération, elle est toute mécanique, et on ne trouve jamais de fongosités saignantes de mauvaise nature.

La marche de la tumeur est très lente et elle ne se reproduit pas en général après l'ablation. Cependant, on a cité de nombreux cas de récidive, mais on peut en attribuer la plupart, croyons-nous, à des extirpations incomplètes.

2° Le sarcome présente des caractères tout différents lorsque la tumeur a évolué un certain temps. Elle est molle, de couleur rouge et tellement vascularisée parfois, s'il s'agit d'une tumeur à myéloplaxes, qu'on peut sentir dans son intérieur de véritables battements. Les autres sarcomes sont de consistance inégale et sont durs par places, mais ce qui les caractérise surtout, c'est leur développement rapide, l'engorgement des ganglions et l'existence de douleurs. Leur volume peut être considérable, la muqueuse s'ulcère alors, des bourgeons fongueux, saignants, apparaissent.

3° Les épithéliomes présentent des symptômes communs avec les fibromes et les sarcomes dans une première période, mais ils s'en distinguent bientôt par des caractères fort nets. Les tissus voisins sont plus rapidement envahis que dans les sarcomes.

La saillie épigingivale est recouverte dans le début par une muqueuse violacée; puis la tuméfaction s'étend, s'ulcère et saigne avec une grande facilité. La joue est bientôt prise et la peau détruite. L'aspect du malade est alors caractéristique, et nous n'insisterons pas sur les signes classiques du cancer qu'il présente : douleurs, engorgements ganglionnaires, suintement fétide, etc.

Diagnostic. — A la première période de l'affection, le diagnostic peut être hésitant et souvent même impossible.

Le fibrome, le sarcome, le chondrome, l'épithéliome présenteront les mêmes caractères ou à peu près.

A la deuxième période, au contraire, lorsque la tumeur aura évolué, le diagnostic sera plus facile. La dureté, la forme arrondie, lisse, la consistance égale dans tous les points, l'indolence, la lenteur du développement sont les caractères des épulis fibromateuses.

Les chondromes et les ostéomes de la même région pourront cependant embarrasser le clinicien, quoique leur plus grande dureté pour les seconds et leur extrême rareté pour les premiers soient des caractères suffisants.

Les sarcomes se distinguent des fibromes par leur développement plus rapide, par l'engorgement ganglionnaire, le volume parfois considérable et par l'existence des douleurs.

Ces derniers symptômes, il est vrai, sont communs aux sarcomes et aux épithéliomes, mais dans cette dernière catégorie d'épulis la marche est encore plus rapide, et les ulcérations sont plus prématurées.

Les sarcomes à myéloplaxes seront distingués des tumeurs érectiles, grâce à leur irréductibilité. Les tumeurs sanguines seront précédées d'un traumatisme.

Guyon (loc. cit.) conseille avec raison de ne pas se borner au diagnostic anatomique, mais de rechercher avec soin dans quelle étendue l'os ou les tissus voisins sont envahis. L'intervention dépendra, en effet, de cette connaissance et son efficacité s'en ressentira directement.

Le même auteur conseille enfin de pratiquer avant l'opération une ponction de la tumeur afin de s'assurer du diagnostic.

Marche et pronostic. — Le développement est lent avec les épulis fibreuses et le pronostic bénin. Ces tumeurs peuvent cependant accélérer leur croissance sous l'influence d'un traumastisme et acquérir un volume considérable. Ce sont des tumeurs bénignes en général, bien qu'on ait

récidive avec généralisation. Certains auteurs admettent [illegible]tion des fibromes en sarcomes. Il est de règle toutefois que la tumeur ne se reproduise pas après une ablation large.

Les sarcomes n'offrent pas une malignité plus grande lorsque leur volume est peu considérable; mais, si la tumeur a envahi toute la région, le pronostic sera grave. C'est dans cette catégorie d'épulis surtout qu'un traitement énergique dès le début prévient des accidents considérables. En somme, la bénignité relative des épulis sarcomateuses résulte du siège même de l'affection qui permet de les reconnaître de bonne heure. C'est ici donc que l'intervention du chirurgien-dentiste sera utile, parce qu'elle se produira à temps.

Les épithéliomes par leur nature, par leur marche rapide, sont, au contraire, essentiellement malins.

Cependant il est remarquable que l'état général des malades reste assez satisfaisant, et que ce que l'on appelle cachexie cancéreuse manque souvent.

Ce n'est que très tard que la généralisation du mal emporte le malade.

La guérison est cependant possible après une extirpation complète d'une épulis épithéliale.

TRAITEMENT

Nous avons vu qu'il est difficile d'établir un diagnostic différentiel de ces tumeurs dans la première période de leur évolution. Aussi à ce moment le traitement sera-t-il le même, quelle que soit la nature de l'épulis. Il offre, cependant, des variations.

Voici notre manière d'opérer :

Si la tumeur est molle, saignante, c'est-à-dire probablement d'origine sarcomateuse, les cautérisations chimiques seront suffisantes.

A cet effet, au moyen d'un fil de platine ou d'une spatule en bois trempé dans une solution d'acide chromique monohydratée, on pique la tumeur en différents sens, en ayant soin de pénétrer jusqu'au fond de l'alvéole. On devra au préalable nettoyer la bouche et enlever très soigneusement le tartre séreux qui recouvre le collet de la dent. Sous l'influence de ces piqûres à l'acide chromique, la tumeur prend une teinte violacée, sphacèle et tombe au bout de deux ou trois jours.

A ce moment, il convient de refaire une nouvelle application d'acide chromique, qu'on pourra renouveler jusqu'à disparition complète de la tumeur.

L'enlèvement du tartre est un des temps importants de ce traitement. On peut se servir avantageusement de la série d'instruments Darby-Perry et en particulier du numéro 3.

Si, après la disparition de la partie proéminente de la gencive autour de la dent demeure rouge et congestionnée, c'est qu'il reste des parcelles de tartre qui, encore attachées à la dent, entretiennent l'irritation. Il est besoin, très souvent, de plusieurs applications d'acide chromique, pour amener la disparition complète de ces tumeurs. Il importe aussi d'entretenir la bouche dans un état de propreté minutieux en employant des savonnages et une solution de permanganate de potasse à 1/4000.

Pour les tumeurs dures (fibromes, chondromes) qui ne laissent pénétrer ni le fil de platine, ni la spatule en bois, il convient d'employer le thermocautère. Il faut avoir soin alors d'aller profondément dans la tumeur pour détruire son insertion, soit sur le périoste alvéolaire, soit sur le périoste dentaire. On doit surveiller la cicatrisation et détruire les fongosités avec l'acide chromique.

Même si la tumeur dont le diagnostic est incertain était de nature épithéliale, l'intervention serait encore indiquée. Mais ici le traitement devrait être plus énergique encore, et dans ce cas la cautérisation ignée faite sur la tumeur et dans les tissus voisins aurait peut-être pour résultat d'enrayer les progrès d'affection.

A une période plus avancée de la maladie, l'intervention est plus complète. Il faut pratiquer l'extraction des dents voisines, ruginer l'os, faire des cautérisations très profondes et surveiller la cicatrisation comme plus haut. Si les tumeurs sont pédiculées, il y aura indication de se servir de la ligature en masse préconisée par les anciens et suivie également de cautérisation profonde au fer rouge.

L'extraction de la dent, en faisant disparaître les procès alvéolaires, fait disparaître aussi le point d'implantation de la tumeur. C'est là une loi de pathologie générale qui trouve ici une heureuse application thérapeutique.

Dans le cas où la tumeur récidivera, ou bien lorsqu'elle aura acquis un développement considérable, on pourra adresser le malade à un chirurgien des hôpitaux. Le traitement, en effet, n'est plus une opération de chirurgie courante, mais nécessite une habitude spéciale, que les chirurgiens-dentistes voudront bien reconnaître hors de leur sphère. Autant il est facile d'inciser et de cautériser une épulis à son début, autant certaines opérations sur ces mêmes tumeurs, quand elles ont envahi une plus grande surface, sont dangereuses, sujettes à récidive et hors des moyens ordinaires que possèdent les chirurgiens-dentistes.

CONCLUSION

Les épulis sont des tumeurs bénignes, en général, au point de vue clinique, quelle que soit leur nature histologique.

Le chirurgien-dentiste, par l'inspection fréquente de la bouche des sujets, peut les apercevoir dès leur début, alors que les malades mêmes ignorent leur présence.

Les épulis à cette période doivent être diagnostiquées par le chirurgien-dentiste.

La cautérisation chimique à l'acide chromique, la cautérisation ignée au thermocautère ou au galvanocautère sont des méthodes de choix qu'il devra employer.

L'ablation du tartre et l'antisepsie buccale seront une des bases du traitement.

Dans les cas où l'affection sera plus étendue, le chirurgien-dentiste confiera les malades aux chirurgiens des hôpitaux.

M. le Dr Oscar AMOEDO

Professeur à l'École dentaire de France.

SINUSITES MAXILLAIRES, LEUR TRAITEMENT PAR LE CHIRURGIEN-DENTISTE : *a)* A L'ÉTAT DE COLLECTION DU SINUS ; *b)* A L'ÉTAT DE VÉGÉTATION ; *c)* A L'ÉTAT DE NÉCROSE DES PAROIS.

[617.23:611-71]

— *Séance du 11 septembre* —

La bibliographie des inflammations des sinus maxillaires tient une place importante dans l'histoire des sciences médicales au XVIIIe et au XIXe siècle. La symptomatologie et surtout le traitement ont donné lieu à de vives discussions qui sont aujourd'hui oubliées, mais qu'il serait bon peut-être de mieux connaître pour juger les procédés opératoires modernes.

C'est à la fin du XVIIe siècle que *Nathaniel Highmore* (1614-1684) publie la description de l'antre qui porte son nom, bien qu'il ne fît en cela que suivre *Cassérius*. Il pratiqua même une trépanation du sinus par la voie dentaire en arrachant une canine, mais il ne sut tirer aucun parti de l'observation de la malade qu'il guérit. A part une observation de *Molinetti* (Pavie, 1675) où un abcès de sinus fut soigné par la trépanation buccale, on ne trouve aucune trace de cette opération dans les écrits des auteurs de la fin du XVIIe siècle.

C'est au commencement du XVIIIe siècle que *Guillaume Cowper* conseille la perforation des alvéoles et particulièrement l'extraction de la première molaire. Il injecte ensuite des substances astringentes dans la cavité. *Drake* (1707) et *H. Meibomius* (1713), J. Juncker (1720) recommandent aussi la voie alvéolaire et rejettent l'opération tentée par *Molinetti* en Italie. Ces auteurs d'ailleurs ne connaissaient probablement pas les travaux de *Cowper*.

Mais le premier travail important sur cette question est la thèse de *L. H. Runge* soutenue en 1750, où les principales affections des sinus sont décrites d'une façon succincte, mais fort juste.

L'opération de *Drake*, c'est-à-dire la voie alvéolaire, lui semble la méthode de choix, bien qu'il rapporte une observation où son père trépana avec succès la paroi antérieure ou buccale du sinus. On trouve de nombreuses observations où la méthode de *Cowper* fut employée, dans les travaux de *G. Heuermann*, de *Ol. Acrel*, de *Bourdet*, de *Benj. Gooch* et de *J. F. Henkel*.

En 1761, un des dentistes les plus célèbres du XVIII^e^ siècle, qui contribua beaucoup par son zèle aux progrès de la médecine dentaire, *Jourdain*, publia son *Traité des maladies du sinus maxillaire*, dans lequel il préconisa l'ouverture de l'orifice nasal de l'antre d'*Highmore*. Sa méthode fut combattue par de nombreux chirurgiens et surtout par *Th. Bordenave* (1768-1774). L'Académie elle-même la déclara très difficile, souvent inutile et presque toujours dangereuse.

Vers la même époque, *Lamorier* indiquait comme lieu d'élection de la trépanation de l'antre d'*Highmore* la paroi antérieure ou buccale, au-dessous de l'apophyse malaire. *Bordenave* mit surtout en relief l'influence des dents dans les affections du sinus. Il conseille donc comme traitement l'extraction des dents, la perforation des alvéoles et l'introduction d'une canule qui permet de faire des lavages. Cette méthode convient aux cas où il existe encore des dents, et l'auteur conseille d'arracher celles qui sont douloureuses. Lorsque les dents ont disparu et que la voie alvéolaire n'est plus possible, il convient de recourir à la méthode de *Lamorier*, ou à celle de *Cowper* de préférence. Les auteurs de la fin du XVIII^e^ siècle ne font guère que choisir dans les méthodes précédentes celles qui conviennent au cas qu'ils ont à traiter. La thérapeutique fait peu de progrès, mais on continue d'étudier la symptomatologie et l'étiologie des affections du sinus. Les noms des chirurgiens anglais : *Berdmore*, *J. Hunter*, *B. Bell*, ceux des Allemands : *Weyland*, *Henkel* et *Richter*, enfin les Français : *Chopart* et *Desault* sont les plus célèbres. Ils précisent les indications opératoires, mais nous ne leur sommes redevables d'aucune innovation. Le XIX^e^ siècle, dans sa première moitié, continue les idées précédentes. On trépane toujours soit le fond de l'alvéole, soit la fosse canine, et on emploie les injections de *Jourdain*, avec plus ou moins de succès. Les travaux s'accumulent sur cette importante question chirurgicale qui échappe de plus en plus aux dentistes pour tomber dans le domaine de la chirurgie générale. Nous n'avons pas le dessein d'énumérer tous ces travaux, et nous citerons simplement les noms de : *Richerand*, *Cloquet*; les thèses inaugurales de *Deschamps* fils (1804), *Lombard* (1836), *Leclerc* (1849), de *Giraldès* (1851).

La révolution qui s'opère en chirurgie à la suite des travaux de *Lister*, de *Pasteur*, modifie sensiblement les interventions comme celles d'ailleurs de la chirurgie générale.

Les noms qui sont liés à cette question de pathologie sont ceux de *Zuckerkandl* (1882), *Ziem* (1886).

Les spécialistes s'en emparèrent, et lui firent faire de rapides progrès. Leurs études eurent le grand mérite de montrer que les symptômes dits classiques des sinusites : gonflement de la joue, douleur locale, augmentation de l'écoulement suivant la position du malade, étaient des symptômes tout à fait inconstants.

Les formes latentes de l'affection sont de plus en plus étudiées par *Tornwaldt*.

L'étiologie est précisée ; elle est dentaire dans la grande majorité des cas pour *Fränkel,* nasale pour *Schiffers.*

L'ordre chronologique appelle maintenant l'important mémoire de Caidwell publié, le 4 novembre 1894, dans le *New York Medical Journal* (1). Cet auteur décrit pour la première fois un procédé chirurgical de cure rapide des sinusites chroniques. Voici comment il s'exprime : « Je fais temporairement une large ouverture de l'antre au niveau de la fosse canine par laquelle j'explore soigneusement l'antre, et j'enlève tous les produits morbides en procédant à un nettoyage complet au moyen de la curette. Puis je pratique une ouverture dans le méat inférieur du nez, et je ferme la plaie. Tous les lavages et drainages, en un mot, tout le traitement se fait par l'orifice fait dans le méat inférieur. De cette façon, j'ai obtenu les meilleurs résultats avec l'inconvénient minimum pour le malade. »

Les travaux en France ne sont pas moins importants. Citons, parmi les plus récents, ceux du Dr Aguilhon de Sarran, qui opère de la façon suivante : il fait une grande ouverture alvéolaire à l'aide de la laminaire et remplit le sinus avec de l'ouate phéniquée; de Luc (2), dont le procédé opératoire consiste à faire une ouverture large du sinus maxillaire par une incision gingivale au bistouri, à quinze millimètres au-dessus du collet des dents ; il refoule la muqueuse avec la rugine et résèque la plus grande partie de la paroi antérieure du sinus. Il curette les fungosités de l'antre à l'aide de l'éclairage électrique et cautérise avec une solution forte au chlorure de zinc. Il crée ensuite, avec la gouge et le maillet, un orifice de communication entre le sinus et les fosses nasales, au niveau de la partie antérieure et inférieure de la paroi interne de l'antre et de l'extrémité antérieure du méat inférieur, puis introduit un drain à travers l'hiatus artificiel en le faisant sortir par la narine. La plaie gingivale est réunie par première intention au moyen de catgut fin. Au bout de trois jours, cette plaie est cicatrisée. Par le drain laissé en place, on maintient le foyer aseptique avec des injections d'éther iodoformé, et plus tard par des irrigations avec des solutions de formol ou d'acide borique.

La méthode employée par Luc, ne diffère en rien de celle décrite quatre ans auparavant par le chirurgien américain Caldwell, et par des points sans grande importance des procédés des rhinologistes anglais, Robertson (1892), W. Hill (1894), et Scanes Spicer (1895). Luc, ignorant les travaux antérieurs, décrivit son procédé comme entièrement nouveau et lui donna son nom. A ce propos, un débat s'éleva, le 6 février 1896, à la Société de Laryngologie de Londres, et le Dr Spicer réclama la priorité pour lui et les chirurgiens anglais. En réalité, comme l'a montré le Dr Lane, c'est Caldwell qui, le premier, a décrit cette opération, et le Dr Luc lui-même reconnut cette priorité du chirurgien américain à la Société Française d'Otologie, le 2 mai 1898.

Il faut également citer, en Angleterre, les noms des docteurs Lane, Hill, Scanes Spicer, Robertson, et en Amérique, celui de Senn de Chicago.

A cette rapide revue historique, nous voudrions cependant une conclusion : c'est que les inflammations du sinus peuvent et doivent être traitées par les chirurgiens-dentistes. Elles l'ont bien été autrefois, et il n'est pas admissible que nous abandonnions à nos confrères les rhinologistes des affections qui, traitées à temps par nous, sont faciles à guérir. Nous avons voie d'accès dans

(1) S. CALDWELL. *Diseases of the accessory sinuses of the nose. N. Y. Med. Jour.* 4 nov., 1893, p. 526-528.

(2) Société Française d'Otologie. *Bulletins et Mémoires.* T. XIII, p. 77-90 ; Séance du 4 mai 1897.

l'antre d'*Highmore* puisque, la dent enlevée, nous sommes dans la place. Guidés par ces raisons, nous avons eu maintes fois l'occasion de traiter des sinusites maxillaires, et c'est le résultat de notre pratique que nous venons donner ici.

DÉFINITION ET DIVISION

Les anciens auteurs décrivaient plusieurs altérations du sinus. *Jourdain* enseigne qu'il y a deux sortes de collections dans l'antre d'*Highmore :* les unes inflammatoires qui sont douloureuses et qui attaquent les os, les autres lymphatiques, froides, indolentes qui les ramollissent et les bourgeonnent.

On décrivait d'ordinaire : l'engorgement inflammatoire ou sanguin, pouvant se terminer par suppuration ; l'engorgement lymphatique, qui peut suppurer mais qui amène d'ordinaire un épanchement séreux (hydropisie du sinus); enfin la rétention du mucus, résultat des formes précédentes.

Les auteurs modernes ont fait table rase de cette division plus didactique que clinique.

Ils décrivent : 1° l'inflammation du sinus; 2° l'abcès du sinus (empyème du sinus ou sinusite chronique).

Il convient d'ajouter que l'inflammation simple est une affection rare, à symptômes obscurs et qu'en réalité aujourd'hui tout l'intérêt de la description et du traitement est reporté sur la sinusite chronique (abcès ou empyème du sinus).

Cependant, pour nous conformer à l'usage, nous décrirons ces deux variétés. Nous ajouterons un chapitre spécial pour les variétés des sinusites qui se compliquent de nécrose des parois.

Cette complication imprime une direction tellement spéciale, que nous avons cru bon d'étudier le traitement des sinusites : 1° dans la sinusite inflammatoire simple ; 2° dans la sinusite chronique (empyème du sinus) et 3° dans les nécroses osseuses consécutives à certaines sinusites anciennes.

1° *Sinusite aiguë.*

Syn. (Inflammation simple du sinus maxillaire. Catarrhe du sinus.)

C'est *Jourdain* surtout qui a décrit cette affection et a insisté sur son traitement.

Les symptômes sont une douleur profonde persistante dans la région du sinus, douleur qui peut s'irradier soit du côté du nez, soit du côté de l'œil. Les dents peuvent être branlantes et douloureuses à la pression.

Mais déjà *Bordenave* avait montré combien il est difficile d'établir un diagnostic de catarrhe du sinus avec ces seuls éléments. Si l'affection rétro-

cède, le médecin pensera à une fluxion, à une névralgie dentaire. Si, au contraire, elle va jusqu'à la suppuration, on pourra alors rapporter les phénomènes initiaux à leur véritable cause.

Nous dirons seulement qu'en cas de douleur profonde persistante de cette région, douleur survenant chez un sujet dont les dents sont en mauvais état, le praticien pourra penser à la sinusite aiguë à son début.

Nous indiquerons plus loin le traitement de l'affection à cette période.

2° *Sinusite chronique.*

Syn. (Abcès du sinus, empyème du sinus.)

Le mot d'abcès (du latin *abcessus*, *abscedere*), l'apostume des anciens (du grec αποβιημα) s'appliquait primitivement aux collections purulentes contenues dans une cavité accidentelle, mais il englobe bientôt celles mêmes qui se forment dans des cavités naturelles. C'est là évidemment forcer la signification du mot. Nos prédécesseurs ont cependant accepté cette extension et jusqu'à nos jours les traités classiques, les dictionnaires ont conservé le terme d'abcès du sinus.

En réalité, les abcès du sinus de l'antre d'*Highmore* sont de véritables empyèmes, (εν, πύον) et ce terme a été avec raison proposé dans ces dernières années. Mais, comme on entend par empyème exclusivement l'accumulation du pus dans les plèvres, malgré son exactitude étymologique, le mot n'a pas eu tout le succès qu'il méritait.

Il conviendrait cependant que ce point de terminologie fût fixé. Les auteurs contemporains l'ont bien compris et le terme d'abcès du sinus ne se retrouve plus aujourd'hui dans les traités classiques. On décrit des sinusites aiguës et chroniques (celles-ci sont les abcès ou empyèmes du sinus) et on est aussi plus près de la vérité clinique et anatomo-pathologique. Il y a, en effet. dans l'abcès tel qu'il est étudié et compris de nos jours, un processus qui n'existe pas dans la sinusite chronique, c'est la mortification des tissus, la formation d'une cavité aux dépens de ces tissus.

Pour toutes ces raisons, nous pensons qu'il serait temps d'abandonner ces dénominations qui n'ont pour elles que le respect qu'on doit aux choses anciennes. Nos étudiants dentistes ne seraient plus dès lors exposés à comparer mentalement l'abcès en général et l'abcès du sinus. Le nom changé, l'affection reste la même et nos prédécesseurs l'ont assez bien étudiée au point de vue clinique et thérapeutique pour que, rappelant leurs travaux, nous ajoutions comme synonymie au terme de sinusite celui d'abcès ou d'empyème de l'antre d'*Highmore*.

ÉTIOLOGIE

L'influence des causes générales qu'ont invoquées les anciens auteurs ne paraît pas être bien démontrée. La théorie des métastases si commode avait beau jeu dans ce cas, mais ce n'était qu'une hypothèse.

Les causes externes ont une action au contraire indiscutable.

C'est ainsi que les sinusites chroniques peuvent être dues à des traumatismes (fractures, plaies par instruments piquants, tranchants, par armes à feu), à l'ablation de dents malades. On sait en effet, que, chez certains sujets, les racines des dents pénètrent dans la cavité du sinus. Une périostite alvéolo-dentaire a donc les plus grandes chances d'amener une suppuration du sinus, Une affection des fosses nasales, de l'orbite, ou même de la joue pourra produire le même résultat. Les sinusites frontales par la communication avec le sinus maxillaire au moyen de l'infundibulum causent fréquemment des sinusites maxillaires.

En pratique, interrogez avec le plus grand soin le système dentaire, c'est là qu'est la cause du mal ; les anciens auteurs l'avaient bien vu et leur thérapeutique a bien souvent porté sur cette région.

Il est enfin une cause de sinusite chronique qui est indiscutable, c'est l'infection opératoire dans le traitement des caries du quatrième degré. Depuis que les règles de l'antisepsie sont entrées dans la pratique, les sinusites ont diminué de fréquence, et il est permis d'attribuer le grand nombre de ces affections au XVIII^{e} siècle, à l'attention peut-être intempestive que les opérateurs avaient apportée à cette région.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE

Les sinusites sont rarement mortelles : aussi les autopsies sont-elles rares. Certains traumatismes graves du crâne ayant plus tard une issue fatale auraient pu peut-être servir utilement cette question, mais, dans ces cas, on ne pense pas au sinus dont l'importance est secondaire.

Les observations de *Mare* et de *Foucher-Duménil* sont classiques. Elles nous apprennent que le pus est ordinairement fétide, caséeux ou grumeleux, que l'orifice nasal de l'antre est oblitéré ou libre, et enfin qu'il y a parfois des épaississements ou des nécroses des parois.

SYMPTOMATOLOGIE

La description ancienne des traités classiques a été profondément modifiée dans ces derniers temps par les travaux des rhinologistes. Les symptômes décrits jadis étaient les suivants : douleur profonde, sourde, siégeant

au niveau de l'antre d'*Highmore* et présentant des irradiations alvéolo-dentaires et orbitaires ; dents douloureuses à la pression et paraissant allongées, phénomènes sympathiques du côté de l'œil et du nez, écoulement du pus par la narine correspondante quand le malade incline la tête en bas et en avant.

La rhinoscopie a montré que ces symptômes n'étaient ni constants, ni pathognomoniques et ç'a été le mérite des travaux de la fin du siècle dernier de bien établir la description des sinusites maxillaires.

La douleur est un symptôme très inconstant, et, quand elle existe, elle n'est pas toujours localisée à la région malaire ; elle s'irradie à la région frontale.

Le gonflement de la joue sur lequel les anciens auteurs s'étaient étendus est encore plus rare. *Zuckerkandl*, sur trois cents examens cadavériques n'a pas observé une seule fois la dilatation du sinus. Aussi les auteurs modernes, rattachent-ils le gonflement de la joue à des kystes dentaires enflammés secondairement.

L'écoulement fétide par la narine correspondante est, en effet, le seul symptôme qui, très souvent, met sur la voie du diagnostic.

Cet écoulement se produit quand le malade se mouche ou quand il occupe une position spéciale la tête inclinée en bas et en avant. Le malade sent cette odeur, il la compare à celle d'un égout, du poisson pourri, etc., et il souffre de son état. Cependant, ce caractère de fétidité n'est pas absolument constant et il n'est pas toujours aussi intense. Disons encore que l'écoulement au lieu de se faire par la narine peut se produire en arrière par les choanes. L'examen rhinoscopique antérieur et postérieur permettra de ne pas confondre ces cas avec un catarrhe purulent de l'arrière-gorge.

Nous verrons plus loin, à propos du diagnostic, que cet écoulement constitue un des signes dits de certitude de la sinusite maxillaire.

Si les choses restent en état et qu'aucun traitement ne vienne arrêter l'affection, l'écoulement du pus par la narine aura bientôt produit des lésions de la muqueuse nasale. Les sinus ethmoïdaux et frontaux pourront être pris à leur tour par propagation, puisqu'ils sont tributaires aussi du méat moyen. Plus tard, pourront apparaître les fistules qui peuvent être alvéolaires, palatines, canines; mais ces cas sont rares aujourd'hui et, le plus souvent, le chirurgien aura été appelé auparavant.

Ce qu'il faut retenir de ce tableau symptomatologique, c'est que le plus souvent la sinusite maxillaire est une affection qui se développe à l'insu du malade, d'une façon latente, et qui est découverte à l'occasion d'un autre examen. C'est ainsi, que, nous autres dentistes, nous sommes placés dans des conditions spéciales pour cela. L'inspection de la bouche nous a maintes fois permis de diagnostiquer des sinusites tout à fait ignorées des malades.

COMPLICATIONS

On a signalé des complications oculaires, des névralgies rebelles, mais la principale est la nécrose des parois; ces altérations osseuses sont d'ordinaire limitées, mais elles peuvent être considérables et elles impriment dès lors un cachet tout spécial à la maladie.

Par le fait même de sa situation, en effet, l'os n'a pas tendance à s'éliminer, et l'affection est alors très tenace et est pour cela difficile à traiter. C'est pour cela que nous avons voulu indiquer notre traitement dans ces cas qui sont si délicats.

DIAGNOSTIC

Dans la première période, quand l'inflammation n'est encore, comme l'a appelée *Lermoyez*, que le coryza du sinus, le dentiste ne sera pas consulté pour cet état, et il n'est pas nécessaire donc de nous attarder à ce diagnostic.

La présence du pus dans le sinus amène des symptômes qui faciliteront le diagnostic. Il nous arrive souvent à nous dentistes, pendant que nous donnons des soins aux malades, d'être incommodés par l'odeur spéciale fétide qu'ils exhalent par les narines. Trois affections peuvent produire cet état :

1° Le coryza, surtout chez la femme; 2° la sinusite (ethmoïdale, frontale, sphénoïdale et maxillaire); 3° l'ozène.

Le coryza apparaît surtout à la saison froide, il est passager et son diagnostic ne présente pas de difficultés.

L'ozène (rhinite atrophique) est caractérisé par une dilatation des voies nasales facile à découvrir. Il est accompagné d'un symptôme caractéristique, la perte de l'odorat du malade. Il n'existe pas, dans ce cas, de suppuration, les narines sont sèches et recouvertes de croûtes verdâtres.

Il nous reste l'origine sinusienne. On interrogera dès lors le malade, on lui demandera si en se mouchant il trouve qu'une des narines donne du pus plutôt que l'autre. L'examen de la bouche sera fait ensuite; malheureusement, cet examen est très difficile, même pratiqué par un dentiste expérimenté.

Il ne faut pas croire que ce sont les dents cariées et non obturées et les racines qui sont les seules capables de produire des sinusites. On conseillait jadis d'arracher la dent douloureuse à la percussion; or, nous avons trouvé maintes fois qu'une dent absolument indolore, donnant à la percussion un son tympanique, et même transparente à l'éclairage électrique, avait provoqué une sinusite. Cela s'explique très facilement, car souvent

une fistule alvéolo-dentaire s'ouvrant dans le sinus entretient la suppuration de cette cavité. Dans ce cas, la dent offre les caractères précédents : indolence, son tympanique.

L'explication en est facile. Une dent dont la pulpe est morte est atteinte de périostite alvéolo-dentaire; celle-ci est suivie d'un abcès qui s'ouvre dans le sinus maxillaire et laisse une fistule alvéolaire par où continueront à se dégager les gaz contenus dans la cavité pulpaire; consécutivement il y a raréfaction et ossification du ligament alvéolo-dentaire, et de là le son tympanique et l'immobilité de la dent, et la difficulté à l'extraction.

Un des moyens de confirmer le diagnostic et qui nous a été fort utile en maintes occasions, c'est de pousser une injection forcée d'eau oxygénée à travers le canal de la racine. L'eau oxygénée en présence du pus dans la cavité sinusienne donne lieu à un dégagement mousseux facile à constater en faisant moucher le malade. L'oreille peut aussi percevoir un bruit particulier, produit par la formation de cette mousse.

En résumé, pour nous dentistes, la fétidité nasale nous fait suspecter la sinusite, et la présence soit d'une racine ou d'une dent morte nous met sur la voie. L'eau oxygénée est un moyen de confirmation.

Les auteurs classiques indiquent des signes de probabilité et des signes de certitude. Les premiers sont la douleur profonde au niveau de la région du sinus, l'odeur fétide spéciale, l'écoulement de pus par le nez, etc. Les signes de certitude sont au nombre de deux :

1° Le signe de *Frankel :* réapparition du pus dans le nez préalablement nettoyé, quand on fait pencher la tête du malade;

2° Le signe de *Hering :* opacité à l'éclairage électrique.

Plus récemment, pour confirmer le diagnostic, les auteurs allemands ont conseillé des ponctions exploratrices et, ont pour cela, indiqué différentes voies : alvéolaire, canine, méat moyen et inférieur.

Les différentes formes dont nous allons établir le traitement pourront être diagnostiquées de la façon suivante :

Nous avons indiqué déjà le diagnostic de la sinusite au début.

A la période de végétation, le diagnostic pourra être fait par l'intensité de l'opacité à l'éclairage électrique et par la ténacité aux traitements par les lavages simples du sinus.

A la période de nécrose, il suffit de promener un stylet dans la cavité du sinus soit par la voie nasale, soit par la voie alvéolaire, pour trouver des portions de la paroi dénudées.

TRAITEMENT

Lorsque la collection purulente est petite et récente et si la cause a été reconnue dans une fistule alvéolo-dentaire s'ouvrant dans le sinus, on peut,

avec chance de succès tenter le traitement avec des lavages à l'eau oxygénée à 12 volumes.

L'injection sera faite par le canal radiculaire, qui sera rempli ensuite d'une mèche d'éther iodoformé, et la cavité de la dent obturée à la gutta-percha. Ce traitement sera répété d'abord tous les deux ou trois jours, puis tous les huit jours, puis une fois par mois jusqu'à ce que l'eau oxygénée sorte limpide par le nez en produisant une sensation de brûlure. Cela veut dire que le sinus est guéri.

Dans d'autres cas, le trajet fistuleux s'oblitère par cicatrisation et alors les injections ne peuvent plus passer. Ici, l'absence de pus dans les narines et de gêne fonctionnelle seront la preuve de la guérison. Ces cas sont très fréquents et les dentistes, en traitant des dents à pulpes mortes et infectées, ont guéri bien souvent leurs malades d'une sinusite sans s'en apercevoir.

A une période plus avancée, lorsque la muqueuse du sinus est hypertrophiée et pyogénique, il faut pratiquer l'extraction de la dent malade, qui sera généralement la deuxième prémolaire, la première ou la deuxième grosse molaire supérieure. Grâce à l'anesthésie, à la cocaïne employée pour l'extraction, on trépane la paroi alvéolaire; on peut se servir, pour cela, des trépans d'*Ottolengui* qui servent aux implantations dentaires. Quelques injections d'eau oxygénée avec une petite seringue d'un centimètre cube suffiront à déloger le pus, parfois concrété et épaissi, de tous les recoins et anfractuosités du sinus.

On pratiquera ensuite des avages antiseptiques au moyen du bock, ou de l'injecteur à courant continu en caoutchouc *Alpha*, et on finit ainsi de nettoyer la cavité.

Pour maintenir la communication avec le sinus, on peut se servir soit d'une mèche de gaze salolée, soit d'un morceau de baguette de verre que l'on peut préparer soi-même sur un bec *Bunsen* en effilant une extrémité et en arrondissant l'autre en forme de champignon pour l'empêcher de tomber dans le sinus. On le fixe en place au moyen d'une ligature en 8 entre les deux dents voisines.

Les canules en argent fixées à demeure ont l'inconvénient de devenir une source d'infection et d'irritation au bout de quelques jours. Dans d'autres cas, on peut se servir d'une canule fixée à un appareil prothétique.

Les lavages du sinus doivent être pratiqués à cette période au moins trois fois par jour. Ils sont faits par le malade lui-même. On emploiera avec avantage une solution de permanganate de potasse à 1 pour 4000, ou de chlorate de potasse à saturation. Selon l'état de l'affection, on pourra espacer les lavages en en faisant seulement un par jour ou un tous les deux jours, puis tous les huit jours jusqu'à complète guérison.

A la période de végétation de la muqueuse du sinus, le traitement sera

le même que celui que nous venons d'indiquer; seulement, pour détruire ces végétations, on procédera de la façon suivante :

Après avoir lavé à l'eau pure la cavité, on injecte dans le sinus 1 ou 2 centimètres cubes d'une solution d'acide chromique à 3 0/0 (1) et on lave ensuite avec de l'eau. Suivant les cas, on peut employer une solution d'acide chromique plus concentrée, pourvu qu'on lave immédiatement après à grande eau : un litre au moins doit passer par le sinus. Ces cautérisations doivent être renouvelées tous les quatre ou cinq jours. Dans l'intervalle, on doit laver trois fois par jour avec le permanganate ou le chlorate de potasse. Au bout de quelques jours, après la cautérisation à l'acide chromique, on verra sortir avec les lavages des morceaux de végétations sphacelées. Nous en avons vu qui avaient 3 à 4 centimètres de long. Nous préférons l'acide chromique au chlorure de zinc qu'emploient les dentistes, parce que ce dernier est très douloureux. La quantité de pus qui sort au lavage indique l'état de la muqueuse et le moment où il convient d'arrêter les cautérisations. Les lavages pratiqués trois fois par jour doivent être continués longtemps après, car il faut parfois quelques mois de traitement pour que la muqueuse du sinus revienne à son état normal. Il ne faudra pas se confier trop à l'éclairage électrique qui sûrement donnera encore une opacité plus grande du côté malade longtemps après la guérison.

A une période plus avancée, lorsque la muqueuse du sinus a disparu et que les parois sont mises à nu, on pratiquera une large brèche dans la cavité alvéolaire afin de permettre l'issue facile des liquides. Après avoir bien lavé la cavité avec une solution antiseptique d'acide thymique à 1 pour 4000, on la bourre avec de la gaze trempée dans une solution d'acide lactique à 20 0/0. Ce pansement pourra rester sans inconvénient deux ou trois jours et même davantage. On remarquera en peu de temps que la sensation osseuse obtenue avec le stylet, qui est d'abord comparable au contact avec une pierre rugueuse et insensible pour le malade, deviendra successivement comparable au contact du bois, puis de l'éponge en même temps que la sensibilité réapparaîtra.

C'est que, localement, sous l'influence de l'acide lactique, l'os se décalcifiera, disparaîtra et qu'au-dessous apparaîtra l'os nouveau recouvert de sa muqueuse.

Quand on ne perçoit plus par le stylet de portions d'os dénudées, le traitement devra être changé. On ne bourrera plus la cavité, mais il faudra faire des lavages trois fois par jour avec des solutions peu irritantes (borate de soude, acide borique ou chlorate de potasse). Il n'est pas rare, en effet, de trouver des cas de sinusites qui s'éternisent par suite de l'irritation pro-

(1) L'acide chromique doit être chimiquement pur, afin d'éviter les douleurs provoquées par l'acide chromique altéré.

duite par les injections antiseptiques. Ces injections peu irritantes dont nous venons de parler seront espacées ensuite jusqu'à guérison complète.

Pendant l'application de l'acide lactique, il y a une précaution à prendre vis-à-vis des dents, c'est de maintenir dans la bouche un milieu alcalin afin de neutraliser l'acide.

On se servira avec avantage du bicarbonate de soude à 3 0/0, ou mieux encore de la crème de magnésie *Philippe*, de New-York.

On voit que ces traitements simples, dépourvus de tout danger, sont à la portée des chirurgiens dentistes instruits. Ils nous donnent des résultats définitifs excellents, et cela sans courir les risques des autres méthodes préconisées. Parmi celles-ci, celle de *Luc*, qui aujourd'hui semble être en vogue, constitue, à notre avis, une intervention autrement sérieuse.

Elle présente d'abord les inconvénients inhérents à toute opération, c'est-à-dire le danger de mort par l'anesthésie générale. Les indications sont limitées aux cas où il y a des fongosités dans le sinus ; et que de fois, la trépanation faite, on n'a pas trouvé lesdites fongosités ! Le curetage de la cavité, tout en étant très logique, présente ce danger qu'il expose le malade à des infections graves.

Qu'un microbe pathogène quelconque, pendant ou après l'opération, pénètre dans le sinus dont les vaisseaux sont béants par le fait du curage, on concevra facilement qu'une propagation par voie veineuse ou lymphatique aille retentir aux méninges. Les cas où de semblables accidents se sont produits ne sont pas rares.

Une autre objection très sérieuse que nous faisons à cette opération, c'est que les vaisseaux et nerfs qui se rendent aux dents cheminent entre la muqueuse et la paroi du sinus. Le curetage doit forcément avoir pour résultat la section de ces vaisseaux et nerfs, et, par suite, les pulpes dentaires se mortifieront et donneront lieu à de nouvelles sinusites.

Au contraire, la destruction de ces végétations par l'acide chromique n'entraîne pas le même danger, car l'acide chromique n'attaque que les tissus embryonnaires.

Il y plus, l'artère maxillaire interne se trouve tellement accolée à la paroi postérieure du sinus, qu'elle y imprime un sillon en forme de crosse et cela au moment de donner les branches sub-orbitaires, alvéolaires, palatines supérieures, vidiennes, buccales, etc.

Cette mince cloison, transparente à l'état normal, peut facilement disparaître dans les cas de sinusites anciennes, et l'on concevra alors aisément avec quelle facilité on pourrait blesser par un coup de curette cette artère maxillaire interne et provoquer une hémorragie peut-être mortelle.

CONCLUSIONS

Le chirurgien-dentiste plus que tout autre, par la nature des soins qu'il donne aux malades, est amené à faire le diagnostic des sinusites maxillaires.

Pour le traitement, les procédés de choix seront :

A l'état de simple catarrhe :

Des lavages de la cavité à l'eau oxygénée, pratiqués à travers le canal radiculaire sans avulsion de la dent.

A l'état de collection purulente :

Par l'extraction de la dent, avec lavages à l'eau oxygénée, puis au permanganate ou au chlorate de potasse.

A l'état de végétations :

Par l'acide chromique suivi de lavages.

A l'état de nécrose :

Par l'acide lactique, avec lavages consécutifs par des antiseptiques non irritants.

M. SEIGLE

Professeur de prothèse à l'École dentaire de Bordeaux.

DE L'UNIFICATION DES MÉTHODES DE REDRESSEMENT A PROPOS D'UN CAS

[617.64]

— Séance du 11 septembre —

Le rôle du professeur est de tâcher de ramener aux idées et aux pratiques les plus simples l'objet de son enseignement. De cette façon il est sûr d'intéresser le plus grand nombre de ses élèves et d'accomplir sa fonction aussi utilement qu'il est possible. Aujourd'hui, d'ailleurs, que les nouvelles générations adonnées à la pratique dentaire ne suivent plus l'enseignement de jadis et que l'atelier ne les retient que dans une faible proportion, il faut tâcher de modifier nos systèmes d'études d'après les exigences actuelles et donner à nos élèves des notions simples et précises, applicables s'il se peut dans tous les cas. Ceci est le bagage sommaire qu'ils doivent tenir de nous, libre à eux après, s'ils ont le goût et la volonté de

se perfectionner, d'imaginer ou de faire ce qu'ils trouveront de nouveau et de meilleur.

C'est en suivant cet ordre d'idées que j'ai ramené tous les systèmes de redressement inventés jusqu'à ce jour à celui qui m'a semblé le plus simple, d'application plus facile et plus générale.

J'ai recherché au milieu de tous les systèmes, que je ne condamne pas pour cela, celui qui pouvait répondre à tous les desiderata de simplicité et à tous les cas. pathologiques. Je n'ai pas, en décrivant l'appareil que je préconise, la prétention de m'en dire l'inventeur, je n'ai que celle de vouloir être son vulgarisateur et d'appeler ainsi l'attention et les efforts de tous vers les procédés de simplification.

A première vue les cas de redressements paraissent nombreux, mais une étude plus attentive les ramène à trois formes principales qu'il convient d'énumérer :

1° L'antéversion et la rétroversion, mouvement de projection d'une ou de plusieurs dents en dedans ou en dehors de l'arcade dentaire;

2° La latéroversion, mouvement semblable d'une ou de plusieurs dents dans le sens latéral, antéro-antérieur ou postéro-antérieur;

3° Rotation sur l'axe, terme qui se définit par lui-même.

Toutes les anomalies dentaires que combat l'orthopédie se ramènent à ces trois cas.

L'appareil dont je préconise l'emploi en raison de sa simplicité et qui, ainsi que je vais vous le montrer par mes modèles, a raison de tous les cas d'anomalies que je vous ai signalés, se compose :

a) D'une cuvette couvrant une partie plus ou moins grande du palais et de deux gouttières latérales emboîtant les grosses et les petites molaires de chaque côté.

b) A cet appareil on adapte une bande de platine ou d'or assez épaisse. Les points d'attache de cette bande se font dans l'épaisseur des côtés externes des gouttières molaires. La bande est donc en forme d'arc de cercle prisonnière dans le caoutchouc sur les parties latérales, libre sur la partie antérieure où elle s'applique sur les incisives et les canines.

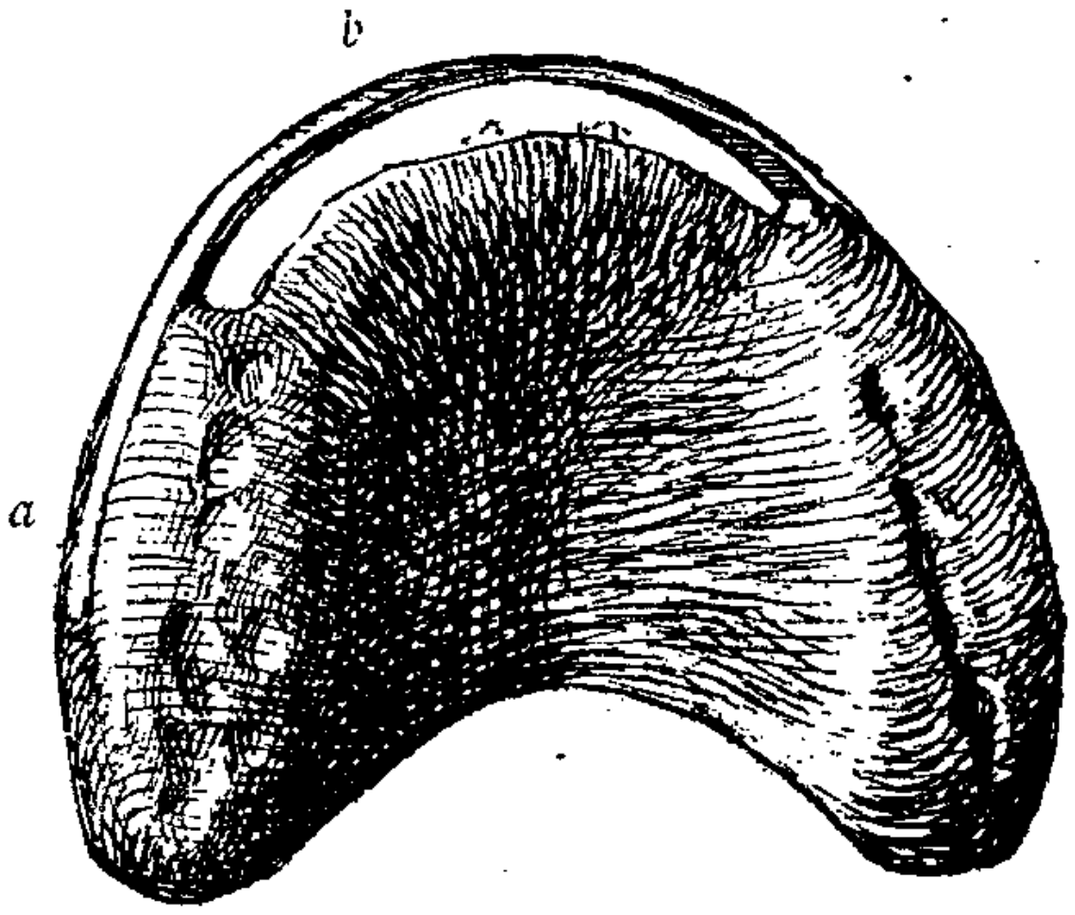


FIG. 1.

Le jeu de cet appareil est bien simple. Avons-nous affaire à une antéversion, la bande de platine nous sert de point d'appui. Nous attachons à sa face interne une bande de caoutchouc, mince d'abord, puis progressive-

ment nous en augmentons l'épaisseur jusqu'à ce que par une pression douce et continue nous ayons fait rentrer dans l'alignement les dents projetées en avant.

Avons-nous affaire à une rétroversion, c'est le mouvement inverse. Nous allons chercher nos points d'appui sur la cuvette et avec des chevilles de bois d'ichory implantées dans la cuvette nous poussons nos dents d'arrière en avant, de plus en plus, suivant la longueur que nous donnerons à nos chevilles.

S'il s'agit d'une rotation sur l'axe, le problème semble plus difficile. Il n'en est pourtant rien. Nous ferons tour à tour entrer en jeu les leviers que nous plaçons sur nos points d'appui, qui sont en avant et en arrière. Tour à tour, suivant qu'il sera propice, nous prendrons notre force sur la bande ou sur la cuvette et nous ferons pivoter ainsi notre dent.

Je vais maintenant faire passer sous vos yeux les résultats que j'ai obtenus, et vous verrez combien ils ont été parfaits, rien que par l'emploi de ce simple appareil, appareil, je le répète, que je ne présente pas comme nouveau, mais comme le plus simple, le plus sûr de tous et le plus tolérable pour le patient.

Le premier de ces cas est un prognathisme démesurément accentué de la mâchoire supérieure chez une jeune fille de quatorze ans. Lorsqu'on me la conduisit dans mon cabinet, elle était affreusement défigurée par cet avancement de la mâchoire supérieure : les dents étaient projetées en dehors de la bouche et recouvraient toute la lèvre inférieure ; une béance de deux centimètres environ séparait les incisives inférieures des supérieures.

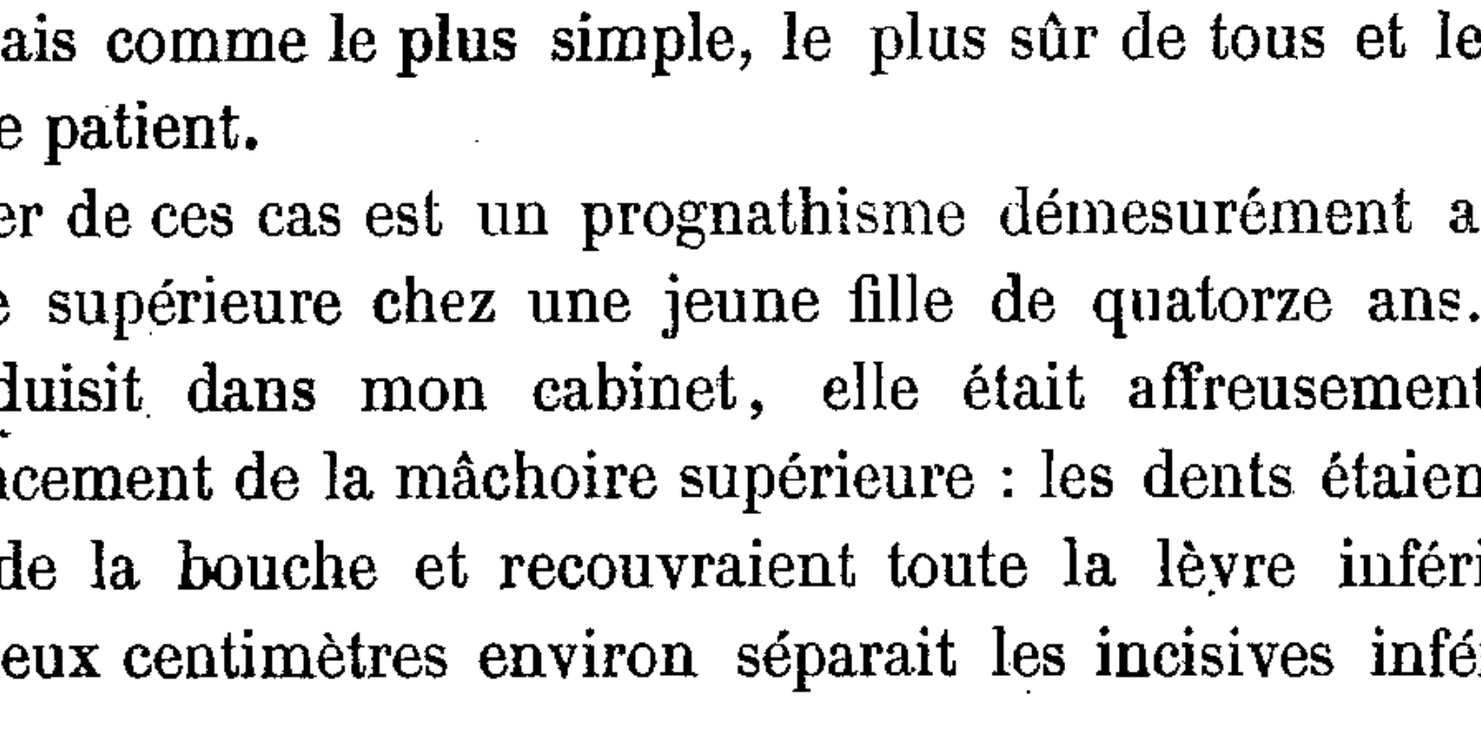


FIG. 2.

Une première tentative de redressement avait été faite par un confrère qui avait eu la maladresse, disons-le en passant, d'enlever la canine gauche et qui n'était arrivé malgré tout à aucun résultat.

Je pris donc ce redressement en mains et, après avoir extrait la première

prémolaire du côté droit, je construisis l'appareil avec une bande de platine et je le fis fonctionner ; une fois par semaine j'augmentais l'épaisseur de la bande de caoutchouc et après six mois de travail, pendant lesquels je remontai l'appareil trois fois, j'arrivai au résultat le plus satisfaisant, que vous pouvez voir du reste. La bouche, qui avait au début l'aspect d'un triangle à sommet antérieur, a aujourd'hui l'apparence d'un fer à cheval, et les dents sont en articulation normale avec *celles de la mâchoire inférieure*.

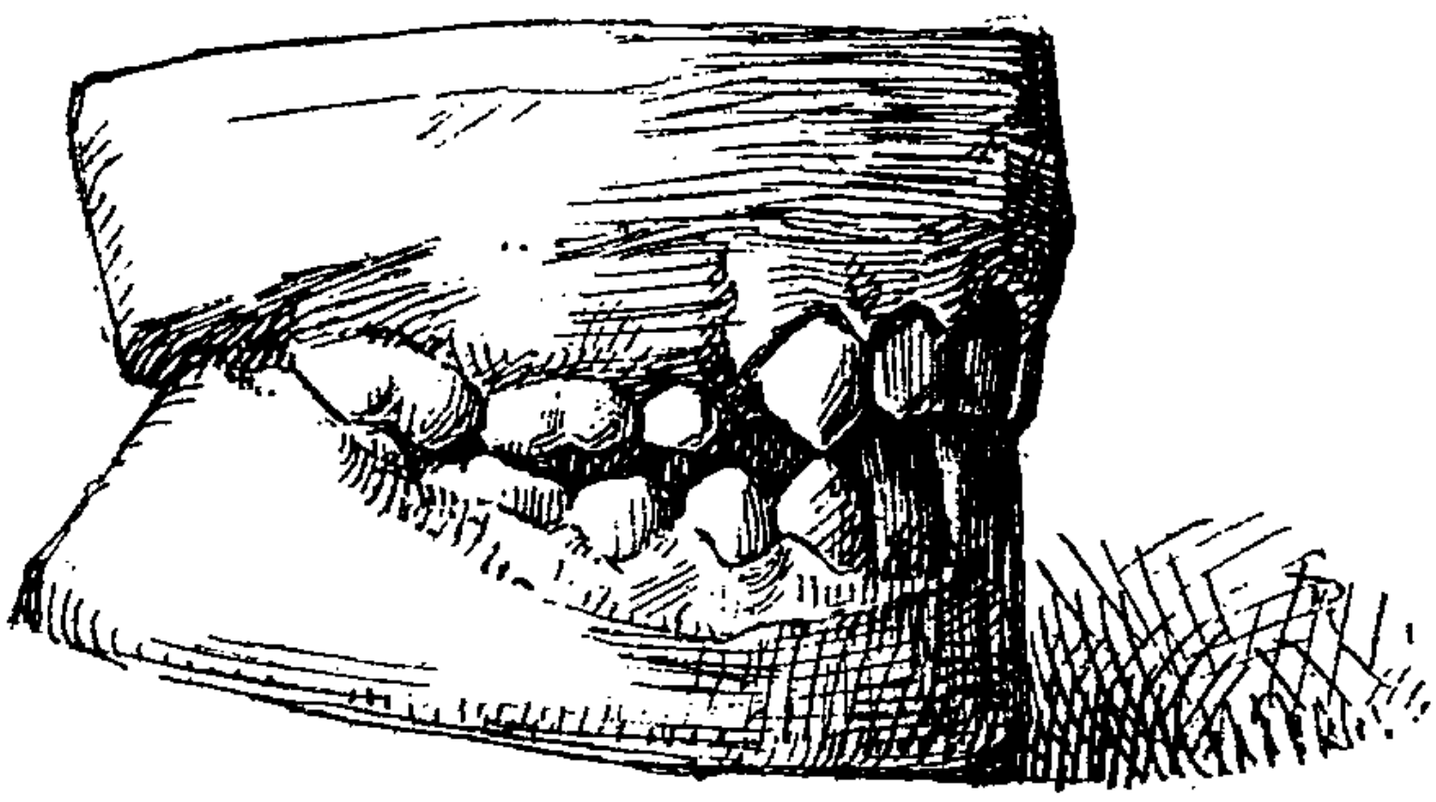


FIG. 3.

Le second cas dont je veux vous parler et dont voici également les modèles est celui d'une dent à rotation sur l'axe.

La dent se présentait dans la bouche par son côté latéral ; il fallait donc lui faire décrire exactement un angle de 45 degrés pour la faire présenter par sa face antérieure.

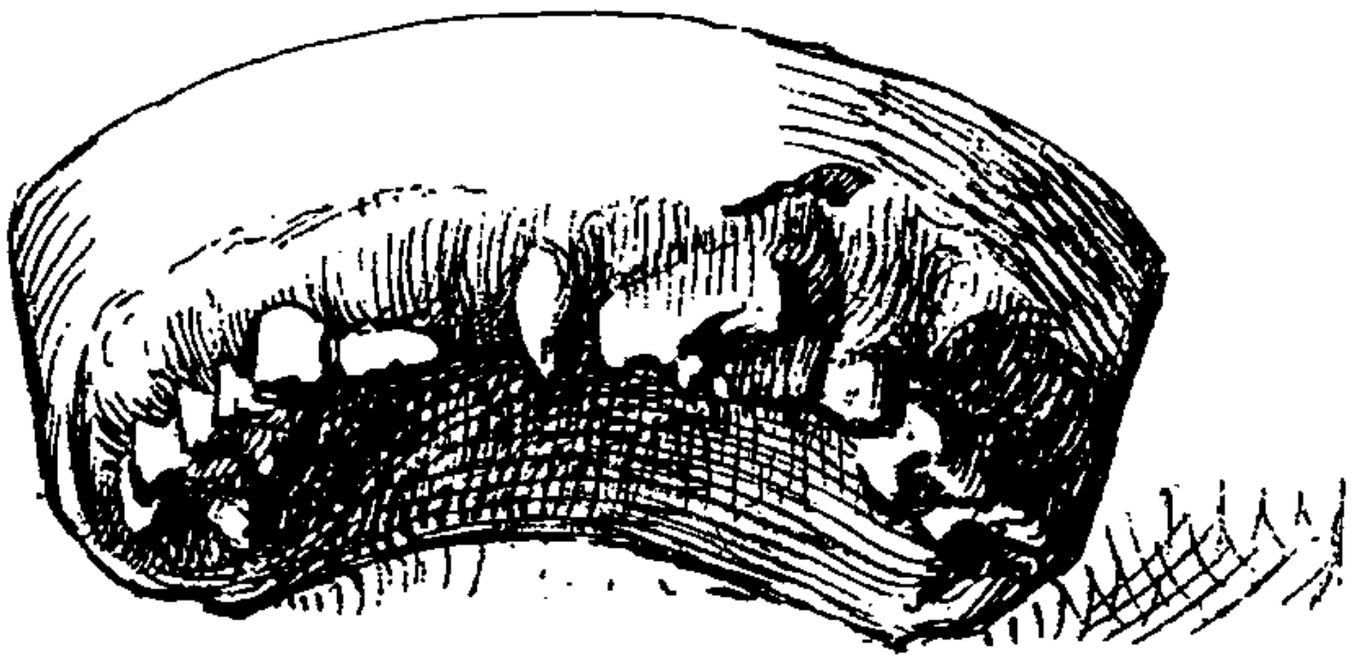


FIG. 4.

Dans ces cas certains praticiens préconisent le redressement immédiat, qui consiste, comme vous le savez, à saisir la dent avec un davier et à la tourner dans son alvéole jusqu'à ce qu'elle soit à sa place. Je ne vous cacherai pas que je suis loin d'être partisan de cette méthode, qui, pour une fois où je la vis employer, détermina de grandes douleurs et en fin de compte entraîna l'extraction.

Pour le cas qui nous occupe, j'ai employé cet unique appareil de redressement muni de sa bande de platine et, par des poussées graduées en dehors et en dedans, j'ai obtenu le résultat parfait que montrent ces modèles.

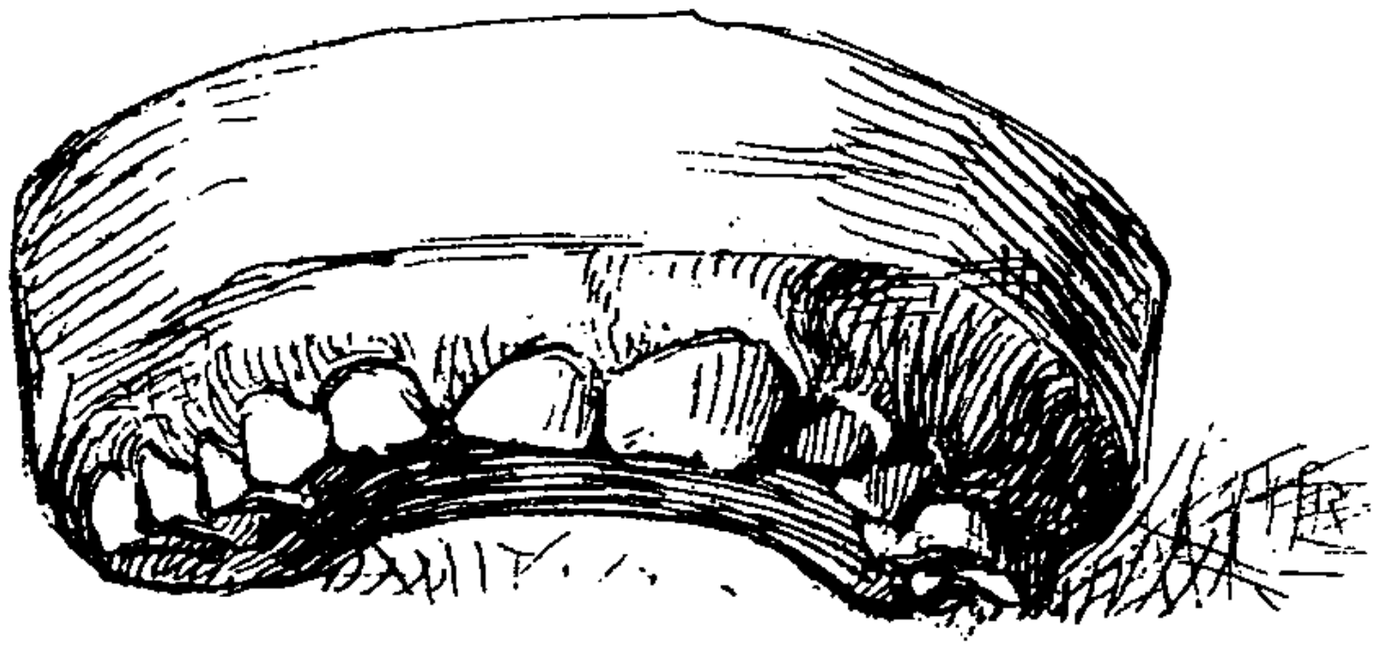


FIG. 5.

Dans un cas de redressement compliqué, dont j'ai également les modèles, j'ai fait fonctionner le même appareil. Il m'a donné, comme toujours, entière satisfaction.

Les dents incisives de la mâchoire supérieure chevauchaient entre elles, toutes les autres dents de la mâchoire étaient très serrées et ne laissaient par conséquent aucun intervalle pouvant aider au redressement sans enlever de dents; par contre les deux molaires de six ans étaient cariées au quatrième degré.

J'en profitai pour les extraire et j'obtins ainsi une place, un peu éloignée, il est vrai, des dents incisives. Mais je modifiai légèrement l'appareil que vous connaissez, en ne lui faisant recouvrir que les molaires de douze ans, puis, sur le devant de l'emboîtement de ces dents, dans l'appareil, je fixai un petit crochet qui me servit à maintenir une rondelle de caoutchouc passée autour des deux petites molaires.

Je les renvoyai ainsi en arrière, où elles diminuèrent le vide laissé par l'extraction des deux grosses molaires.

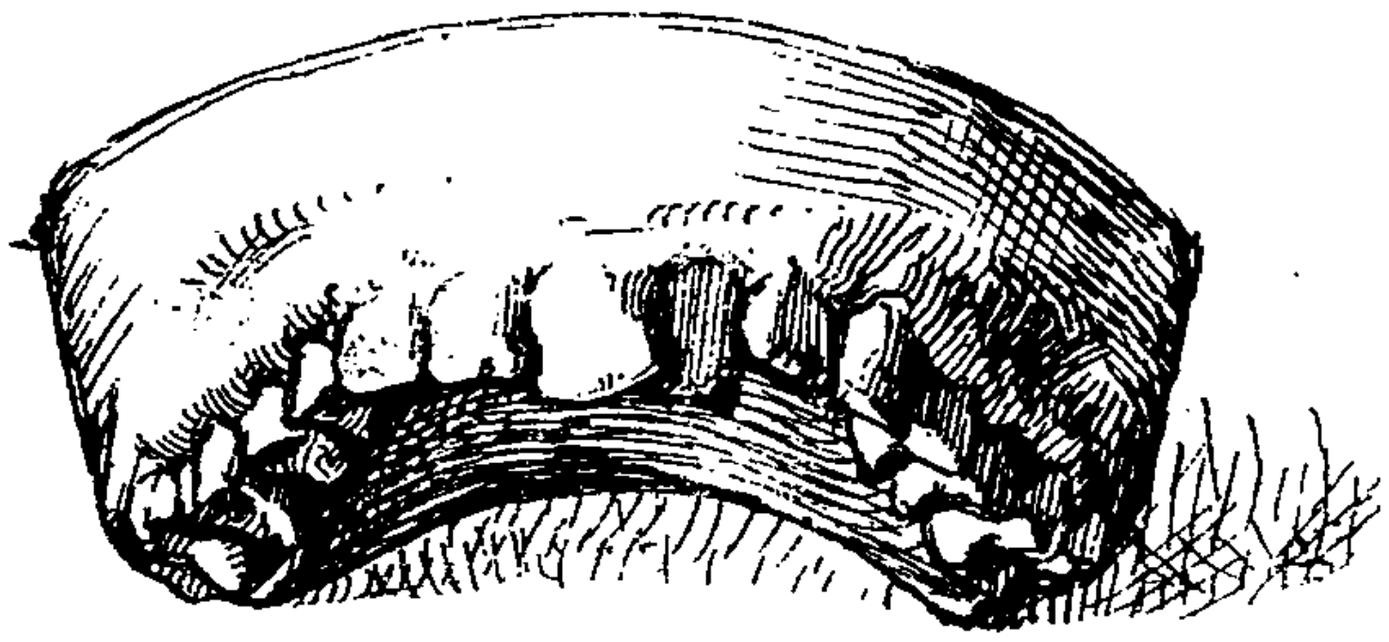


FIG. 6.

J'obtins par ce moyen un espace d'environ deux millimètres de chaque côté entre les canines et les premières prémolaires; pour conserver ce vide

et débarrasser le patient de la pression constante du caoutchouc, je fixai à l'appareil deux petites ailettes très minces venant s'appliquer sur la face antérieure des prémolaires et les empêchant ainsi de revenir en avant; à ce moment, où l'espace ne me manquait plus, je pus ainsi faire fonctionner mon appareil par des poussées soit en dedans avec des chevilles, en prenant point d'appui sur le caoutchouc, soit en dehors avec du caoutchouc, en prenant point d'appui sur la bande de métal et j'obtins le résultat que vous pouvez voir sur ces modèles.

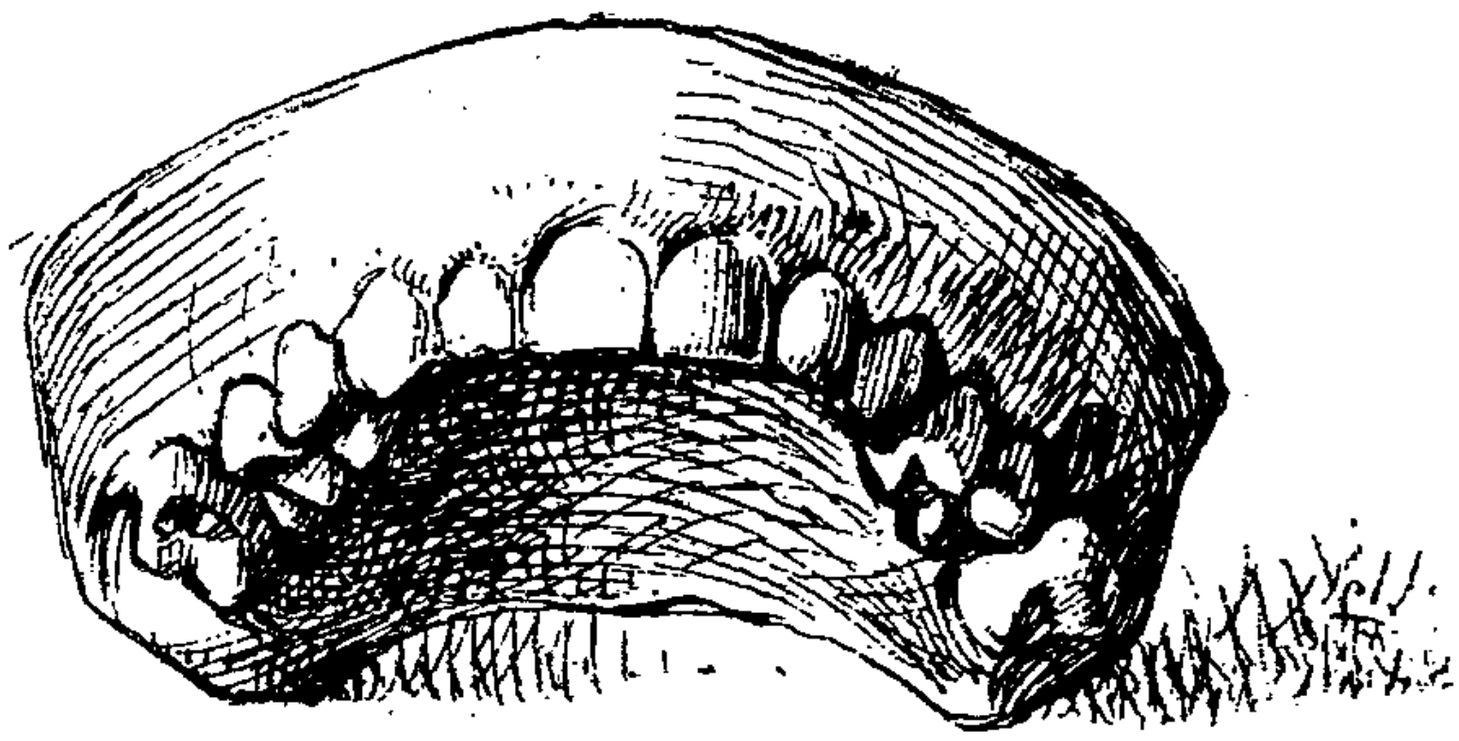


FIG. 7.

Bien entendu tous ces cas ont été maintenus avec des appareils de contention jusqu'à parfaite ossification des alvéoles.

Mon but, en vous présentant cet appareil que vous connaissez tous, avec son application à tous les cas de redressement, est surtout de faciliter aux générations futures de dentistes, qui seront pour la plupart peu experts dans l'art de la mécanique, l'usage d'un appareil de redressement dont la fabrication est simple et adaptable à tous les cas, et qui peut faire partie du bagage de connaissances qu'ils emporteront de l'École.

Je le répète en terminant, mon but est surtout une œuvre de vulgarisation didactique.

M. DUCOURNAU

à Paris.

FISTULE SOUS-MENTONNIÈRE D'ORIGINE DENTAIRE PAR MORTIFICATION PULPAIRE TRAUMATIQUE [611-33 : 617-23]

— Séance du 13 septembre —

La communication que je vais avoir l'honneur de vous lire n'a rien de transcendant ; elle offre cependant un certain intérêt au point de vue du diagnostic, de l'affection et de son traitement.

Vous allez, du reste, pouvoir en juger :

Observation. — M. N..., 35 ans, de constitution robuste, sans antécédents pathologiques, n'ayant jamais été malade, souffrait depuis deux ans d'une suppuration persistante de la base du menton. Il avait eu recours aux cliniques des hôpitaux, où, après un traitement assez long sans résultat, le chirurgien décida, pour en finir, de pratiquer le débridement du trajet fistuleux jusqu'à l'os maxillaire avec curetage et cautérisation des parois de cet os. Cette opération, qu'il croyait efficace, ne réussit pas davantage, car bien que la cicatrisation se fit à quelques jours d'intervalle sans laisser aucune trace d'orifice fistuleux, il survint, cinq à six semaines après cette intervention, un léger gonflement au même endroit et la fistule se rouvrit à nouveau.

Lorsque M. N... vint me consulter, je constatai qu'il existait, sous la ligne médiane du menton, un orifice fistuleux de la grosseur d'une tête d'épingle avec induration des parois environnantes et une légère coloration violacée des tissus.

Au toucher, je ne provoquais pour ainsi dire pas de douleur. M. N... se plaignait, par-dessus tout, d'engourdissement de cette partie de la mâchoire, engourdissement qui lui était fortement désagréable et l'obligeait à y porter la main à tout instant. L'écoulement du pus, qui se faisait par la fistule dans le courant de la journée, était insignifiant, mais le matin, au réveil, en pressant au pourtour de la fistule, M. N... faisait sourdre un liquide épais et sanguinolent en assez grande quantité.

A l'examen succinct de la bouche et après l'enlèvement méticuleux du tartre qui existait à la partie interne des dents antérieures et à leur collet externe, je ne constatai rien d'anormal, les dents avaient un aspect sain, pas de caries, pas d'ébranlement, ni de décoloration de l'émail.

Je posai alors des questions à mon patient, et entre autres, je lui demandai s'il ne se rappelait pas avoir fait une chute ou reçu un coup à la face, qui par action indirecte aurait pu causer un pareil trouble. M. N... me répondit : « Mais si, je suis en effet tombé de toute ma hauteur un soir de verglas et

j'avais cru m'être cassé toutes les dents ; mais cette chute date de cinq ou six ans et ma fistule de deux ans à peine ».

Bien qu'il y eût entre le traumatisme et la manifestation de la fistule un très long espace de temps, cet accident me mettait sur la vraie voie. Sans nul doute, l'une ou plusieurs de ses incisives en avaient souffert. Je frappai donc de légers petits coups avec un excavateur sur chacune de ces dents, et sur l'incisive médiane gauche M. N... perçut une sensation différente. De ce fait, mon diagnostic fut bien arrêté ; cependant, pour plus de sûreté, j'examinai la dent à la lampe électrique, et son opacité en comparaison des dents voisines vint le confirmer. Cette dent était sûrement mortifiée.

Qu'auraient fait les médecins des hôpitaux en pareil cas, s'ils s'étaient aperçus de la provenance du mal ? Ils en auraient probablement supprimé la cause et la guérison ne se serait pas fait attendre, mais ils auraient rendu, en agissant ainsi, un mauvais service à leur patient.

C'est ici que le spécialiste a sa raison d'être. Avant de supprimer cette dent, il y avait lieu de tenter sa conservation ; c'est ce que je fis immédiatement en pratiquant à cette dent une carie artificielle dans le sens vertical de la racine et en lui faisant subir le traitement que nous employons journellement pour les caries du quatrième degré. Il se dégagea à l'ouverture du canal pulpaire une odeur infecte et une gouttelette de pus apparut à l'orifice de la carie artificielle que je venais de faire.

Je craignais, vu l'ancienneté de la fistule, que la racine de cette dent ne fût atteinte d'ostéite raréfiante et par ce fait inguérissable ; mais la dent fut désinfectée comme par enchantement.

Je fis, ce même jour, une injection iodo-phéniquée qui, traversant le canal radiculaire, vint sortir en petits jets par le trou fistuleux. Le lendemain, il n'y avait presque plus de pus et, après quelques jours de ce traitement, la guérison se fit ne laissant d'autre trace qu'une légère cicatrice.

C'est en 1889 que ce traitement eut lieu et M. N..., que j'ai souvent l'occasion de revoir, conserve sa dent en parfait état.

Depuis lors, j'ai eu l'occasion de traiter deux autres cas semblables, l'un à la clinique de l'École odontotechnique et l'autre dans ma clientèle, mais n'ayant pas revu les sujets après leur guérison, je ne puis en parler.

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.

Abatage, p. 271, * 1101.
Abdomen (Fibrolipôme de l'), * p. 790.
Abri sous roche, p. 153, * 756.
Acacias phyllodiques, p. 123, * 431.
Académie de Toulouse, p. 214.
Accidents du travail, p. 217, 218, 235, * 1023.
Acétylacétone, p. 109, * 309.
Acide carbonique, p. 196, 200, * 887.
—— *valérique*, p. 109.
Actinomycose du pied, p. 184, * 790.
Action thérapeutique de l'acide carbonique, p. 196, 200, * 887.
Aérostats, p. 47.
Afrique, p. 28, 115, 118, 119, 153, 158, 159, * 345, 699, 729, 735.
Agriculture de l'avenir, p. 208, * 965.
—— en Corse, p. 128, * 497.
Ailes rigides, p. 150, * 666.
Air raréfié (Résonance électrique dans l'), p. 103, * 297.
Ajaccio (golfe d'), p. 119, * 357.
—— (Cupularia viscosa d'), p. 125, * 441.
—— (Traitement de la tuberculose pulmonaire à), p. 183.
—— (Un sanatorium à), p. 268, * 1084.
—— (Les eaux à), p. 270.
Alcool dénaturé, p. 208.
Aléria (Ruines d'), p. 274.
Alezais (Dr). — Rachis cervical chez les mammifères, p. 145, * 582.
Algérie (Chaînes littorales de l'), p. 115, * 345.
Algérie (Miocène d'), p. 118.
—— (Bassin de la Tafna, p. 119.
—— (Zoocécidies recueillies en), p. 153, * 699.
—— (Littoral de l'), p. 158, * 729.
—— (Préhistoire de l'), p. 159, * 735.
Algues de l'étang de Berre, p. 214, * 993.
Alimentation par voie sous-cutanée, p. 196, * 865.
—— du bétail, p. 208.
Aliments (Salubrité des), p. 271, * 1101.
Allaire (Dr G.). — Polyarthrite déformante, p. 192.
Allée couverte, p. 161.
Alluvions tortoniennes, p. 166.
Alpes (Région des), p. 95.
—— (Installations hydro-électriques dans les), p. 99.
—— *Maritimes* (Étages crétaciques des), p. 114.
Amans (Dr P.). — Recherches phonographiques, p. 106, * 291.
—— Enfilage automatique des perles, p. 106.
—— Géométrie des ailes rigides, p. 150, * 666.
Amidon dans les céréales, p. 206, * 931.
Amoedo (Dr O). — Dents du Pithecanthropus, p. 292, * 1193.
—— Épulis, p. 293, * 1198.
—— Sinusites maxillaires, p. 293, * 1209.
Amphipodes des côtes de Corse, p. 153, * 692.

André. — Œuvre des voyages scolaires, p. 241, * 1053.
Anesthésie générale, p. 288, * 1178.
Anguillule (Résistance aux attaques de l'), p. 125.
Annélides sédentaires, p. 152, * 685.
Anomalies florales de Erodium Ciconium Willd, p. 141, * 524.
Anthropologie (Histoire de l'), p. 69.
Anthropométrie d'un Danakil, p. 165, * 784.
Antipyrine, p. 195.
Appareil colorant automatiquement les coupes, p, 126.
—— *respiratoire des Gamases*, p. 144.
—— *pour mesurer* la surface du corps de l'homme, p. 201.
Apiaires, p. 152, * 677.
Arboriculture fruitière en Corse, p. 205, * 905.
Arc (Partage d'un) en parties égales, p. 89, * 25.
—— électrique, p. 176, * 790.
Arithmétique graphique, p. 90, * 31.
Arles (La Crau d'), p. 206, * 933.
Armand. — Discussion sur la malaria, p. 208.
Armée de Terre, p. 212.
Arnaud (Dr H.). — Nécessité d'admettre une famille des Eryngiées ou Astrantiées, p. 125, * 443.
—— Une ville extraordinaire, p. 212, * 991.
—— Discussion sur les mesures angulaires, p. 213.
Arnoux (G.). — Arithmétique graphique, p. 90, * 31.
—— Solution des équations arithmétiques, p. 91, * 51.
Arthrite, p. 192.
Arthropodes, p. 150, * 646.
Aspirations (Traitement par les), p. 180, * 807.
Assainissement de la plaine orientale de la Corse, p. 197, 199, * 879.
—— de Marseille, p. 206, * 933.
Assistance des enfants anormaux, p. 243, * 1063.
Aston (Mlle E.). — Pouvoir rotatoire de l'acide valérique. p. 109.
Astrantiées, p. 125, * 443.
Ateliers préhistoriques de la Marne, p. 155.
Atterrissement, p. 99, * 272.
Aubergenville (Allée couverte d'), p. 161.
Aumale (Algérie), p. 159, * 735
Auto-panseur gynécologique, p. 186, * 828.
Axe terrestre, p. 214.
Bacille de la tuberculose, p. 190, * 846.
Bain hydro-électrique, p. 196.
Balédent (l'Abbé P.). — Orages de la vallée de l'Oise, p. 112.
Ballons, p. 47.
Barisien (Commandant E.-N.) — Limaçon de l'ascal, p. 93, * 124.
Barrages lacustres, p. 121.
Barré (H.). — Monographies départementales, p. 216.
Bartonien du golfe d'Ajaccio, p. 119, * 357.
Basses-Pyrénées (Laboratoire de Biarritz), p. 151.
Bassin occidental de la Méditerranée, p. 152, * 683.
—— *du Rhône*, p. 157.
Bastia (Les eaux à), p. 270.
Battesti (Dr F.). — Paludisme en Corse, p. 177.
Baudouin (Dr M.). — Dolmen de Saint-Gilles-sur-Vie, p. 167.
Baur. — Action de l'ozone sur les globules rouges, p. 195.
Beleze (Mlle M.). — Cyclone à Montfort-l'Amaury, p. 113, * 338.
—— Plantes adventices des environs de Montfort-l'Amaury, p. 124.
—— Mimétisme des végétaux des environs de Montfort-l'Amaury, p. 127.
—— Rumex maritimus, p. 132.
—— L'hirondelle, p. 147.
Belloc (Ém.). — Travaux hydrauliques dans les Pyrénées, p. 100.
—— Seuils lacustres, p. 121.
—— Variété de Tinca vulgaris, p. 143.
—— Lacs réservoirs des Pyrénées, p. 216.
Berbérie (Littoral de la), p. 115, * 345.
Berre (Étang de), p. 214, * 993.
Bertholon (Dr L.). — Nouvelle toxine antituberculeuse, p. 198, * 868.
Besnard. — Discussion sur les octrois, p. 227.
Bétail (Alimentation du), p. 208.
Biarritz (Laboratoire de biologie maritime de), p. 151.
Blétrix (E.). — Élevage des œufs et larves des poissons, p. 144, * 577.
Bilhaut (Dr M.). — Métatarsalgie, p. 180.
—— La radiographie contrôle des accidents du travail, p. 218, * 1023.
—— Sanatorium pour tuberculeux au point de vue sociologique, p. 218, * 1029.
Bio-Bibliographie de la Corse, p. 123, * 415.
Biologie marine, p. 99, * 272.
Blanchard (Dr R.). — Propagation des maladies, p. 1.
Blé (Vente du), p. 205.
—— (Amidon dans le grain de), p. 206, * 931.
Blepharoplastie de la paupière supérieure, p. 197.
Blondin (J.). — Théorie tourbillonnaire de l'électricité et du magnétisme, p. 102.
—— Redresseurs électrolytiques Pollak, p. 183.
Bobine (Courant induit d'une), p. 183.
—— *d'induction*, p. 106, * 297.
Boeckel (Dr J.). — Résection du gros intestin, p. 188, * 835.

Boissier (P.). — Les grèves, p. 233, * 1037.
Boissons hygiéniques, p. 231.
Boland (H.). — Corse pittoresque, p. 28.
Bonifacio (Détroit de), p. 119, * 358.
—— (Ses premiers habitants), p. 156, * 724.
—— (Poterie néolithique de), p. 156, * 728.
—— (Excursion à), p. 273.
Bonnet (Dr Ed.). — Bio-bibliographie de la Corse, p. 123, * 415.
Bordas (Dr L.) — Glandes venimeuses des Latrodectus 13-Guttatus Rossi, p. 146, * 615.
Bordeaux (École dentaire de), p. 290, * 1185.
Bordier (Dr H.). — Arc électrique en photothérapie, p. 176, * 790.
—— Traitement du lupus, p. 177.
—— Les électrodes en électrothérapie, p. 179.
—— Quantité de chaleur dégagée par l'homme, p. 181.
—— Électrolyse des tissus animaux, p. 187, * 830.
—— Électrolyte placé en dérivation sur la source primaire, p. 188.
—— Intégrateur de surface, p. 201.
Branches anormales du Cupularia viscosa, p. 125, * 441.
Bouches-du-Rhône, p. 120.
—— (Exploitation de la Crau), p. 205, 206, * 933.
—— (Étang de Berre), p. 214, * 993.
Boyer. — Le littoral corse et la malaria, p. 207, * 952.
—— Discussion sur l'exploitation des forêts, p. 211.
Brandes en Oisans, p. 162, 276, * 1133.
Brémond (Dr). — Eau minérale de Pioule, p. 182.
—— Extension de la loi sur les accidents du travail, p. 235.
—— Discussion sur la mortalité des enfants, p. 250.
—— Insalubrité des maisons, p. 269.
Bretagne, p. 153, * 707.
Breton (F.). — Médecine canine, p. 193.
Brevets d'invention, p. 234.
Briquet (J.). — Hauts sommets de la Corse, p. 119.
Brives (A.). — Terrains miocènes de Corse et d'Algérie, p. 118.
Brome, p. 187, * 838.
Brosse (de la). — Installations hydro-électriques, p. 95, 99.
Buffet. — Loi des accidents du travail, p. 217.
Cabanes votives, p. 162.
Cadastre, pp. 97, 209, * 254, 978.
Cadenat (A.). — Numération littérale, p. 93, * 119.
Cadiot (P.-J.). — Médecine canine, p. 193.
Café de Libéria, p. 125.
Cagnano (Nécropole de), p. 154, * 715.
Calais (Chambre de commerce de). Règlement amiable des différends relatifs aux conditions du travail, p. 238.
Calcul des racines, p. 95, * 152.
Calorimétrie clinique, p. 189, * 839.
Camous (Dr L.). — La tuberculose pulmonaire, p. 180, * 810.
Canaux sécréteurs dans l'embryon de l'Hedera Helix L., p. 131, * 520.
Canne pour excursions botaniques, p. 126, * 472.
Cantal (Fouilles dans le), p. 164, 166, * 762.
Caoutchouc, p. 129.
Capitan (Dr). — Fouilles au Puy-Courny, p. 164, * 762.
Carie dentaire, p. 280, * 1155.
Carte de France, p. 97, * 254.
—— *hypsométrique*, p. 118.
Cartes agronomiques communales, p. 209, * 978.
—— *de l'armée*, p. 212.
—— *relatives à la Corse*, p. 216, * 1014.
Carrosaccia (Établissement horticole de la), p. 132.
Casalonga (D.-A.). — Application des principes de la thermodynamique, p. 90.
—— Principes I et II de thermodynamique, p. 105.
—— Projet de loi sur les brevets d'invention, p. 234.
Casernes (Linge sale dans les), p. 264.
Casseroles émaillées, p. 267, * 1082.
Castelnau. — Carte hypsométrique de la Corse, p. 118.
Catalogue des Coléoptères de la Corse, p. 148, * 626.
Cavalié (Dr). — Discussion sur le paludisme, p. 192.
Caziot (Commandant). — Faunes de Corse et de Sardaigne, p. 143, * 571.
Cénomanien de Toulon, p. 120.
Centaurea calcitrapa L., p. 127, * 484.
—— *aspera*, p. 140, * 524.
Cercle (Division centésimale du quart de), p. 92.
Cerveau, p. 145, 185, * 582.
Chaleur dégagée par l'homme, p. 181.
Chambéry (Maire de). — Discussion sur les octrois, p. 221.
Champignons de Corse, p. 125, * 448.
Chaînes littorales de l'Algérie, p. 115, * 345.
Challan de Belleval (Dr). — Paludisme des plaines de la Corse, p. 181, * 820.
Chambre des députés, p. 218, * 1032.
Chantre (E.). — Nécropole de Cagnano, p. 154, 155, * 715.

Chantre (E.). — Discussion sur la préhistoire de la Marne, p. 156.
—— Indice céphalique des Egyptiens, p. 156.
—— L'homme quaternaire, p. 157.
—— Cabanes votives des fellahs de la Haute-Égypte, p. 162.
Chardonnet. — Discussion sur les grèves, p. 233.
Circulation des eaux, p. 100.
Classification des Simarubacées, p. 127, * 477.
Cleistogamie chez les Crucifères, p. 123.
Clematis flammula L., p. 140, * 524.
Cligny. — Le Plankton pélagique au large des côtes bretonnes, p. 153, * 707.
Climats, p. 214.
Clos (Dr D.). — Influence de la lune, p. 110.
Charencey (Cte G. de). — Dialectes Est-Altaïens, p. 162, * 746.
—— Races du Japon, p. 162, * 749.
Charpy. — Étude scientifique des métaux, p. 1.
Châtaigniers en Corse, p. 204, 208, * 896, 986.
—— (Maladie des), p. 209, * 986.
Chaumont (Crues de la Marne à), p. 111, * 333.
Chèvrefeuille (Variations florales du), p. 130.
Chevreux (Ed.). — Amphipodes des côtes de la Corse, p. 153, * 692.
Chimie de l'Uranium, p, 108.
Chondrilla juncea, p. 128.
Choquet (J.). — Arrêt de la carie dentaire, p. 280, 283, * 1155.
—— Discussion sur la sensibilité de la dent, p. 285.
Chronophotographie, p. 103.
Chudeau. — Laboratoire de biologie maritime de Biarritz, p. 151.
Cobaye tuberculeux, p. 190, * 846.
Cocaïne dans la variole, p. 191, * 849.
Coléoptères de la Corse, p. 148, * 626.
Collection de Sinus, p. 293, * 1209.
Colllignon (Éd.). — Partage d'un arc en parties égales, p. 89, * 25.
—— Problème de géométrie, p. 89, * 1.
Colmatage et atterrissement, p. 99, * 272.
Colonies (Malades au retour des), p. 269, * 1088.
Colonisation, p. 238, * 1046.
Coloration automatique des coupes, p. 126.
Combustion (Durée de) des éclairs magnétiques p. 103.
Conditions du travail, p. 238.
Congruences, p. 90, * 31.
Conseils d'hygiène départementaux, p. 268.
Contagion, p. 200, 268, * 890.
Coquille des Nérinées jurassiques, p. 147.
—— *fossiles* à taille intentionnelle, p. 158, * 729.
Cordon (Torsion du), * 790.
Cornuault (G.). — Force motrice par le gaz, p. 2.
Corse pittoresque, p. 28.
—— (Météorologie de la), p. 110, 111, * 319, 322.
—— (Géologie de la), p. 117.
—— (Mines de la), p. 118.
—— (Hypsométrie de la), p. 118.
—— (Miocène de), p. 118.
—— (Bartonien de la), p. 119, * 357.
—— (Détroit de Bonifacio), p. 119, * 358.
—— (Hauts sommets de), p, 119.
—— (Aciens glaciers de la), p. 119, * 362.
—— (Bio-Bibliographie de la), p. 123, * 415.
—— (Cupularia viscosa de), p. 125, * 441.
—— (Champignons de), p. 125, * 448.
—— (Centaurea calcitrapa), p. 127.
—— (Agriculture et horticulture en), p. 128, * 497.
—— (Chondrilla juncea), p. 128.
—— (Établissement horticole de la Carrosaccia), p. 132.
—— (Faune de), p. 143, * 571.
—— (Mollusques marins de la), p. 147, * 618.
—— (Coléoptères de la), p. 148, * 626.
—— (Hyménoptères de la), p. 152, * 677, 680.
—— (Poissons du littoral de), p. 152, * 683.
—— (Amphipodes des côtes de), p. 153, * 692.
—— (Menhirs sculptés en), p. 154.
—— (Nécropole préhistorique de), p. 154, * 715.
—— (Premiers habitants de Bonifacio), p. 156, * 724.
—— (Poterie néolithique de Bonifacio), p. 156, * 728.
—— (Paludisme en), p. 177, 178, 181, 191, 192, 197, 199, * 794, 820, 852, 879, 952.
—— (Traitement de la tuberculose), p. 183, * 1084.
—— (Châtaigneraies de), p. 204, 208, * 896, 963.
—— (Fruits en), p. 205, * 905.
—— (Vignobles de la), p. 205, * 918.
—— (Crise oléicole en), p. 206, * 929.
—— (Fourrages en), p. 207.
—— (Vaine pâture en), p. 207, * 949.
—— (Littoral) et malaria, p. 207, * 952.
—— (Industrie laitière en), p. 208.
—— (Exploitation des forêts en), p. 210.
—— (Plantes économiques à introduire en), p. 211.
—— (Sa situation économique), p. 218, 219, * 1026.
—— (Services maritimes postaux), p. 218.
—— Perle de la Méditerranée, p. 214.

Corse (Population de la), p. 216.
—— (Un sanatorium à Ajaccio), p. 268, * 1084.
—— (Les eaux à Ajaccio et à Bastia), p. 270.
—— (Projet d'exposition en), p. 272.
—— (Excursion à Bonifacio), p. 273.
—— (Ruines d'Aléria), p. 274.
—— (Pyramide des Corses à Rome), p. 275.
—— (Excursion au nord de la), p. 276.
—— (Excursions en), p. 296.
—— (Dents des enfants corses), p. 295.
Corses (Émigration des), p. 216, * 1014.
Corte (Vignobles de l'arrondissement de), p. 205, * 918.
Corteggiani. — Reconstitution du vignoble de l'arrondissement de Corte, p. 205, * 918.
Costa de Bastelica (Dr). — Rôle des moustiques dans la propagation du paludisme, p. 199, * 879.
Côte Sainte-Marie, p. 163, * 760.
Côtes bretonnes, p. 153, * 707.
Cottancin (P.). — Loi pour la circulation des eaux, p. 100.
Couleurs des fleurs, p. 130, * 500.
Courjon (Dr). — Éducation des enfants anormaux, p. 243, * 1063.
Coupes verticales (Coloration des), p. 126.
Coupin (H.). — Substances toxiques pour les plantes, p. 123, * 414.
—— Coloration automatique des coupes, p. 126.
—— Couleurs des fleurs, p. 130, * 500.
Courant induit d'une bobine, p. 188.
—— *continu*, p. 193.
Courants de haute fréquence, p. 177.
Courbes dans lesquelles le rayon de courbure est une fonction donnée de la normale, p. 89, *, 1.
—— *d'ascension thermométrique*, p. 189, * 839.
Courbure, p. 89, * 1.
Cours d'adultes, p. 245, * 1075.
Coutil (L.). — Allée couverte, p. 161.
Craie sénonienne, p. 117.
Crau (Exploitation de la Crau), p. 205.
—— (Fertilisation), p. 206, * 933.
Crachats de grippe, p. 180, * 814.
Crèches, p. 268.
Crédit populaire, p. 234, * 1011.
—— agricole, p. 205.
Crise oléicole, p. 206, * 929.
Cristaux en feuilles de fougère, p. 180, * 814.
Critique d'un rapport à l'Académie de Toulouse, p. 214.
Croze de Tayac, p. 163, * 756.
Crucifères, p. 123.
Crues de la Marne, p. 111, * 333.
Culture du châtaignier, p. 204, 208, * 896, 986.
Cultures en bouillon du bacille de la tuberculose, p. 190, * 846.
Cuméo d'Ornano (F.). — Discussion sur la malaria, p. 208.
—— L'exploitation des forêts en Corse, p. 210, 211.
Cunningham (Géo). — Discussion sur la carie dentaire, p. 283.
—— —— sur les obturations de porcelaine, p. 286.
—— Les dents des enfants corses, p. 295.
Curie (Col.-J.). — La représentation proportionnelle, p. 218, * 1032.
Cyclone à Montfort-l'Amaury, p. 113, * 338.
Cytogenèse expérimentale, p. 148, * 644.
Danakil (Anthropométrie d'un), p. 165, * 784.
Déboisement des châtaigneraies de Corse, p. 204, 208, * 896.
Debruge (A.). — Préhistorique des environs d'Aumale (Algérie), p. 159 * 735.
Déchéance de l'œil chez les mulots, p. 143.
Déformations d'un prisme fléchi, p. 95.
Delacour. — Cupularia viscosa Godr. et Gren., p. 125, * 441.
Delair. — Discussion sur la sensibilité de la dent, p. 286.
—— Prothèse restauratrice vélo-palatine, p. 290, * 1189.
Delisle (Dr F.). — Discussion sur la Préhistoire de la Marne, p. 156.
Delore (Dr X.). — Crachats de grippe, p. 180, * 814.
Delort (J.-B.). — L'ancienne Séquanie, p. 160.
Dénaturation de l'alcool, p. 208.
Dépopulation de certains départements, p. 250.
Deslandres (H.). — Le soleil, p. 28.
Détroit de *Poitiers*, p. 122, * 398.
—— de *Bonifacio*, p. 119, * 358.
Diabète, p. 189.
Dialectes Est-Altaïens, p. 162, * 746.
Diffusion, p. 104, * 287.
Diphtérie, p. 187, * 838.
Division centésimale, p. 92.
Dollot (A.). — Études géologiques dans Paris, p. 122, * 391.
Dolmen de Saint-Gilles-sur-Vie, p. 167.
Donati. — Culture du châtaignier, p. 204, * 896.
—— Économie générale de la Corse, p. 219.
Dornier (Dr). — Discussion sur le Paludisme, p. 178.
Dosage du soufre, p. 109, * 315.
Dou. — Influence des phénomènes de biologie marine, p. 99, * 272.
Douai (Maire de). — Discussion sur les octrois, p. 220.

Droits sur les boissons hygiéniques, p. 231.
Dubois (R.). — Perles de Mytilus edulis, p. 149.
Ducamp (L.). — Canaux sécréteurs dans l'embryon de l'Hedera Hélix L., p. 131, * 520.
—— Note tératologique sur le typha latifolia L., p. 132, * 523.
Ducournau (F.). — Fistule sous-mentonnière, p. 295, * 1227.
Dutailly (G.). — Staminode des Parnassia, p. 126, * 457.
Dutoit (P.). — Tension superficielle des liquides organiques, p. 109.
Eau potable, p. 117.
—— *minérale de Pioule*, p. 182.
—— *bromée*, p. 187, * 838.
Eaux à Ajaccio et à *Bastia*, p. 270.
Échinides fossiles, p. 120, * 374.
—— du *Cénomanien*, p. 120.
Éclairs magnétiques, p. 103.
Écoles primaires, p. 245, * 1075.
Économie générale de la Corse, p. 218, 219, * 1026.
Éducation des enfants anormaux, p. 243, * 1063.
Égypte (Échinides fossiles d'), p. 120, * 374.
—— (Haute), p. 162.
Égyptiens (Indice céphalique des), p. 156.
Élections municipales, p. 218, * 1032.
Électricité, p. 95, 102, 104, 106, 107, * 297, 300, 306, 327.
Électro-chimie, p. 168.
Électrodes employées en *Électrothérapie*, p. 179.
Électrolyse des tissus animaux, p. 187, * 830.
Électrolyte placé en dérivation sur la source primaire, p. 188.
Électrothérapie avec la machine statique, p. 176.
—— (Les Électrodes employées en), p. 179.
Éléments magnétiques, p. 110, * 319.
Élevage des œufs et larves des poissons marins, p. 144, * 577.
Email des casseroles, p. 267, * 1082.
Émigration des Corses en France, p. 216, * 1014.
Empoisonnement, p. 267, * 1082.
Enfants anormaux, p. 243, * 1063.
—— *protégés* par l'État, p. 250.
—— en nourrice, p. 268.
Enfilage automatique des perles, p. 106.
Enlart. — Excursion de la sous-Section d'archéologie à Bonifacio, p. 273.
—— Discussion sur les ruines d'Aléria, p. 274.
—— —— sur la pyramide des Corses, à Rome, p. 275.
Enseignement populaire, p. 242, 244, * 1073.
—— *de l'hygiène*, p. 245, * 1075.
—— *de la prothèse*, p. 290, * 1185.
Entretien de l'excitateur de Hertz, p. 106, * 300.
Éphémérides du soleil, p. 92.
Épulis, p. 293, * 1198.
Équations arithmétiques, p. 90, 91, * 31, 51.
—— *numériques*, p. 95, * 152.
—— *anharmoniques*, p. 96, * 207.
Erodium Ciconium Willd, p. 141, * 524.
Éryngiées, p. 125, * 443.
Espaces arithmétiques, p. 90, 91, * 31, 51.
Est-Altaïens (Dialectes), p. 162, * 746.
Esthétique du sommeil, p. 267.
Établissement horticole de la Carrosaccia, p. 132.
—— *de l'impôt*, p. 223.
Établissements médico-pédagogiques, p. 243, * 1063.
Étages crétaciques supérieurs, p. 114.
Étang de Berre, p. 214, * 993.
Ethnologie générale, p. 215.
Étoiles filantes, p. 98, * 267.
Évolution périodique des climats, p. 214.
Excavations lacustres, p. 121,
Excitateur de Hertz, p. 106, * 300.
Excursion à la Carrosaccia, p. 132.
—— dans l'ancienne Séquanie, p. 160.
—— *archéologique* à Bonifacio, p. 273.
—— au nord de la Corse, p. 276.
Excursions botaniques, p. 126, * 472.
—— *générales*, p. 296.
Exploitation de la Crau, p. 205.
Exploitation des forêts en Corse, p. 210.
Exposition (Projet d'), en Corse, p. 272.
Extension universitaire, p. 242.
Fabre-Domergue. — Élevage des œufs et larves des poissons marins, p. 144, * 577.
Faguet (Dr). — Auto-panseur gynécologique, p. 186, * 828.
Famille des Éryngiées, p. 125, * 443.
Farey. — Discussion sur la crise oléicole, p. 206.
Fasciation chez un Chondrilla juncea, p. 128.
Faunes de Corse et de Sardaigne, p. 143, * 571.
Faure (J.-M.). — Histoire de l'octroi de Limoges, p. 275, * 1130.
—— Discussion sur les octrois, p. 224.
Fellahs de la Haute-Égypte, p. 162.
Féret. — Reboisement des terrains salés, p. 211.
Féret (A.). — Une maison selon l'hygiène à Paris, p. 247.
—— Le sommeil de l'adulte, p. 267.
Féret (R.). — Prisme fléchi imparfaitement élastique, p. 95.
Ferrandi (Dr C.-F.). — La cocaïne dans la variole, p. 191, * 849.
—— Paludisme en Corse, p. 191, * 852.
—— Construction d'un sanatorium à Ajaccio, p. 268, * 1084.

Fertilisation de la Crau, p. 206, * 933.
Ferton (C.). — Le détroit de Bonifacio, p. 119, * 358.
—— Hyménoptères de la Corse, p. 152, * 677.
—— Stizus fasciatus Fabr., p. 152, * 680.
—— Premiers habitants de Bonifacio, p. 156, * 724.
—— Poterie néolithique de Bonifacio, p. 156, * 728.
Feuilles de fougère (Cristaux en), p. 180, * 814.
Fibrolipôme de l'abdomen, * 790.
Ficheur (E.). — Massif ancien du littoral de la Berbérie, p. 115, * 345.
Fièvre intermittente, pp. 177, 178, 181, 191, 192, 197, 199, 207, * 794, 820, 849, 852, 879, 952.
Fistule sous-mentonnière, p. 295, * 1227.
Fixation du globe oculaire, p. 198.
Flamand (G.-B.-M.). — Coquilles fossiles à taille intentionnelle, p. 158, * 729.
Fleurs (Couleurs des), p. 130, * 500.
Flore mycologique, p. 125, 128, * 448, 494.
—— française, p. 130, * 500.
Fluides carburés, p. 90.
Fontaneau (E.). — Mouvement stationnaire des liquides, p. 96, * 176.
Force motrice, p. 2.
Formamidate de mercure, p. 185.
Fouilles au Puy-Courny, pp 164, 166, * 702.
—— en Vendée, p. 167.
Foureau (F.). — Mission saharienne, p. 28.
Fourrage en Corse, p. 207.
Foveau de Courmelles (Dr). — Photothérapie, p. 194.
—— Étude des radiations lumineuses, p. 107, * 306.
—— Matériel scolaire, p. 246, * 1077.
Framboise, p. 195.
Franklinisation hertzienne, p. 176.
Friderich (L.). — Tension superficielle des liquides organiques, p. 109.
Fromages, p. 208.
Fruits en Corse, p. 205, * 905.
Gadoues de Marseille, p. 206, * 933.
Galéruque de l'orme, p. 141, * 550.
Galvano-cautère dans le phimosis, p. 184, * 823.
Gamases (Respiration des), p. 144.
Gangrène du testicule, * 790.
Gauchery (C.). — L'hybridite, p. 123, * 403.
Gautier (Dr G.). — Le bain hydro-électrique carbonique, p. 196.
Gauthier (V.). — Échinides fossiles, p. 120, * 374.
Gayrard (Dr E.). — La tuberculose pulmonaire, p. 180, * 810.
Gaz (Force motrice par le), p. 2.
Geissler (Vide de), p. 176.
Génération du limaçon de Pascal, p. 93, * 124.
Gentil (L.). — Stratigraphie du bassin de la Tafna, p. 119.
Géographie économique, p. 215.
Géologie de la Corse, p. 117.
—— *de Paris*, p. 122, * 391.
Géométrie du quadrilataire, p. 93, * 107.
—— (Méthode géométrique de calcul des racines), p. 95, * 152.
—— *des ailes* rigides, p. 150, * 666.
Gerber (Dr Ch.). — Cleistogamie chez les crucifères, p. 123.
—— Cupularia viscosa Godr. et Gren., p. 125, * 441.
—— Centaurea calcitrapa L., p. 127, * 484.
—— Visite à l'établissement horticole de la Carrosaccia, p. 132.
—— Zoocécidies provençales, p. 140, * 524.
Germination des spores de Penicillium, p. 127, * 489.
Giard (A.). — Discussion sur la galéruque de l'orme, p. 142.
—— Discussion sur Mytilus edulis, p. 150.
—— Régénération chez les larves de Polydora; p. 153.
Gignoux. — Situation économique de la Corse, p. 218. * 1026.
—— Services maritimes postaux, p. 218.
—— Note sur l'instruction, p. 242.
—— Les eaux à Ajaccio et à Bastia, p. 270.
Gillet (Dr). — Électrolyse des tissus animaux, p. 187, * 830.
Gineste (Ch.). — Œil des Arthropodes, p. 150, * 646.
Girard (Dr H.). — Proportions du tronc, p. 164, * 766.
—— Anthropométrie d'un Danakil, p. 165 * 784.
—— Les Méos du Haut-Tonkin, p. 165.
Girod (Dr P.). — Acide carbonique administré par voie intestinale, p. 200, * 887.
Gironde (École dentaire de Bordeaux), p. 290, * 1185.
Glaciation quaternaire, p. 119.
Glaciers (Anciens) de la Corse, p. 119, * 362.
Glandes venimeuses, p. 146. * 615.
Globe oculaire, p. 198.
Globules rouges, p. 195.
Godon (Dr Ch.). — La *s.-Section d'Odontologie*, p. 277.
—— Discussion sur la carie dentaire, p. 284.
—— —— sur les obturations de porcelaine, p. 287.
—— —— sur une seringue spéciale, p. 287.

Godon (Dr Ch.). — Discussion sur l'anesthésie, p. 289.
—— —— sur la prothèse vélo-palatine, p. 291.
—— —— sur les soutiens multiples, p. 292.
Golfe d'Ajaccio, p. 119, * 357.
—— *de Marseille*, p. 152, * 685.
Gourme, p. 193, * 856.
Gourret (P.). — Annélides sédentaires du golfe de Marseille, p. 152, * 685.
—— Flore de l'étang de Berre, p. 214, * 993.
Goutte, p. 187.
Grandvilliers (L.). — Eaucation des enfants anormaux, p. 243, * 1063.
Granger (A.). — Iodoantimoniure de mercure, p. 109, * 313.
Grèves, p. 233, * 1037.
Grippe (Crachats de), p. 180, * 814.
Gros intestin, p. 188, * 835.
Grossouvre (A. de). — Détroit de Poitiers, p. 122, * 398.
—— Transgression cénomanienne, p. 118, * 352.
Grotte de Tibiran, p. 163, * 754.
Guéguen. — Variations florales tératologiques, p. 130.
Guiffard. — La jeunesse française et la colonisation, p. 238, * 1046.
Guye (Ph.). — Pouvoir rotatoire de l'acide valérique, p. 109.
Gynécologie, p. 184, * 825.
—— p. 186, * 828.
Haller (A.). — Industrie de l'indigo, p. 2.
Hamy (Dr E.-T.). — Histoire de l'anthropologie, p. 69.
—— Discussion sur la nécropole de Cagnano, p. 155.
Hariot (P.). — Champignons récoltés en Corse, p. 125, * 448.
Haute-Garonne (Académie de Toulouse), p. 214.
—— *Marne* (Plateau de Langres), p. 112.
—— *Vienne* (Octroi de Limoges), p. 224, 275, * 1130.
Hautes-Pyrénées (Grotte), p. 163, * 754.
Hedera Helix L., p. 131, * 520.
Heim (Dr F.). — Lianes caoutchoucifères, p. 129.
—— Variations florales tératologiques, p. 130.
—— Plantes économiques à introduire en Corse, p. 211.
Henriet (J.). — Ethnologie générale, p. 215.
—— Discussion sur l'extension universitaire, p. 212.
—— Discussion sur les grèves, p. 233.
—— Discussion sur le recensement de 1901, p. 249.
Hérault (Montpellier), p. 212, * 991.
Hermaphrodisme de certains poissons, p. 142, * 544.
Hermella, p. 152, * 685.
Hertzien (Fantôme du champ), p. 103, * 297.
Hertz. — (Excitateur de), p. 103, * 297.
—— (Franklinisation hertzienne), p. 176.
Histoire de l'Anthropologie, p. 69,
—— *de l'octroi* de Limoges, p. 275, * 1130.
—— de Brandes en Oisans, p. 162, 276, * 1133.
Homme quaternaire, p. 157.
Horticulture en Corse, p. 128, * 497.
Houard (C.). — Zoocécidies recueillies en Algérie, p. 153, * 699.
Hublé (Dr). — Sac à linge sale dans les casernes, p. 264.
Huile d'olive, p. 206, * 929.
Hybridité, p. 123, * 403.
Hydrodynamique, p. 96, * 176.
Hydroïdes, p. 152, * 685.
Hygiène (Enseignement de) l', p. 245, * 1075.
—— (Matériel scolaire au point de vue de), p. 246, * 1077.
—— (Maison selon l'), p. 247.
—— et le recensement de 1901, p. 247.
—— du Sommeil, p. 267.
—— (Conseils d'), départementaux, p. 268.
Hyménoptères de la Corse, p. 152, * 677, 680.
Hypsométrie, p. 118.
Impôt (Établissement de l'), p. 223.
Immigration des Français en Corse, p. 216, * 1014.
Indice céphalique des Égyptiens, p. 156.
Indigo, p. 2.
Indium (Sels d'), p. 187.
Indo-Chine française, p. 129.
Induction, p. 106, * 297.
Industrie, p. 1.
—— de l'indigo, p. 2.
—— *laitière*, p. 208.
Injection de nirvanine, p. 188.
Injections intra-musculaires, p. 185.
—— de sérum antitétanique, p. 201, * 890.
Innervation de la pulpe dentaire, p. 285, * 1227.
Inoculation directe, p. 184, * 790.
Insalubrité des maisons, p. 269.
Insectes dans la propagation des maladies, p. 1.
—— *pectinicornes*, p. 146, * 588.
Installations hydro-électriques, p. 95.
Instruction, p. 242.
Instruments néolithiques, p. 158, * 729.
Interrupteur-inverseur pour bobines d'induction, p. 106, * 297.
Intégrateur de surface, p. 201.
Intestin, p. 188, 193, 200, * 835, 856, 887.
Intoxications industrielles, p. 235.
—— par des casseroles émaillées, p. 267. * 1082.

Introduction électrolytique des sels dans les tissus, p. 187.
Iode (Traitement ioduré), p. 185.
Iodoantimoniure de mercure, p. 109, * 313,
Isère (Histoire de Brandes en Oisans), p. 162, 276, * 1133.
Jadin (F.). — Classification des Simarubacées, p. 127, * 477.
Jamet (V.). — Équations anharmoniques, p. 96, * 207.
Japon, p. 142, * 749.
Jaunes (Proportions du tronc chez les), p. 164, * 766.
Java (Le Pithecanthropus), p. 293, * 1193.
Jean (Dr A.). — Intoxication par des casseroles émaillées, p. 267, * 1082.
Jeunesse française et colonisation, p. 238, * 1046.
Jobert. — Le café de Libéria, p. 125.
Jodin (H.). — Ovaire des Nolanées, p. 125, * 438.
Joigny (Maire de). — Discussion sur les octrois, p. 227.
Joleaud. — Bartonien du golfe d'Ajaccio, p. 119, * 357.
Jourdain (S.). — L'œil chez les mulots, p. 143.
—— Appareil respiratoire des Gamases, p. 144.
Jurassique de la vallée de l'Yonne, p. 121.
Kelsey. — Discussion sur la carie dentaire, p. 283.
—— Seringue spéciale aux dentistes, p. 287.
—— Sur les méthodes de redressement, p. 295.
Kunstler (J.). — Œil des Arthropodes, p. 150, * 646.
Laboratoire de biologie maritime, p. 151.
Lacouloumère. — Dolmen de Saint-Gilles-sur-Vie, p. 167.
Lacour. — Discussion sur la théorie de l'électricité et du magnétisme, p. 102.
—— —— sur la diffusion, p. 104.
—— Photographies positives obtenues directement, p. 106, * 292.
—— Discussion sur la crise oléicole, p. 206.
—— Production de l'amidon dans les céréales, p. 206, * 931.
—— Le crédit populaire, p. 234, * 1041.
Lacs-réservoirs des Pyrénées, p. 216.
Ladureau (A.). — Traitement de la diphtérie, p. 187, * 838.
—— Discours, p. 203.
—— Exploitation de la Crau, p. 205.
—— Discussion sur l'amidon, p. 206.
—— Introduction de plantes fourragères en Corse, p. 207.
—— Discussion sur la malaria, p. 208.
—— La mélasse dans l'alimentation du bétail, p. 208.
—— Dénaturation de l'alcool, p. 208.
Lait, p. 208.
Lallemand (Ch.). — Nivellement général de la France, p. 96, * 229.
—— Réfection du cadastre, p. 97, * 254.
Lambeau facial, p. 197.
Lamey. — Discussion sur la galéruque de l'orme, p. 142.
Landrin. — Discussion sur les octrois, p. 227.
Langres (Plateau de), p. 112, * 334.
Latrodectus 13-guttatus, p. 146, * 615.
Larves des poissons, p. 144, * 577.
—— de Polydora, p. 153.
Larynx, p. 180, * 807.
Laurent (L.). — Végétation du sud-est de la Provence, p. 120.
Lavements carboniques, p. 200, * 887.
Laveran (Découverte de), p. 178, * 794.
Lavoirs publics ou privés, p. 251, 265.
Leçons de choses, p. 246, * 1077.
Ledé. — Maladies contagieuses dans les crèches, p. 268.
—— Contagion chez les enfants en nourrice, p. 268.
Ledoux (P.). — Organes foliaires des Acacias phyllodiques, p. 124, * 431.
Leduc (Dr S.). — La diffusion, p. 104, * 287.
—— Cytogenèse expérimentale, p. 148, * 644.
—— Rapport sur l'électrochimie médicale, p. 168.
—— Emploi du vide de Geissler, p. 176.
—— Traitement de la tuberculose laryngée, p. 180, * 807.
—— Opération du phimosis, p. 184, * 823.
—— Pansements intra-vaginaux, p. 184, * 824.
—— Calorimétrie chimique, p. 189, * 839.
Le Gendre (C.). — Revision du cadastre, p. 209, * 978.
—— Maladie des châtaigniers, p. 209, * 986.
Législation du Paludisme, p. 178, * 794.
Lemerle. — Discussion sur les obturations de porcelaine, p. 287.
—— —— sur les méthodes de redressement, p. 294.
Lenoble (H.). — Taxes de remplacement, p. 232.
Lesage (Dr L.). — Germination des spores de Penicillium, p. 127, * 489.
Leteur (F.). — Dosage du soufre, p. 109, * 315.
Létoquart. — Médicaments à employer de concert avec les applications voltaïques, p. 193.
Letourneau (Dr). — Discussion sur la nécropole de Cagnano, p. 155.
Leuillieux (Dr). — Franklinisation hertzienne, p. 176.
—— Traitement du rhumatisme, p. 187.
—— —— de la neurasthénie, p. 188.

Lez (A.). — Sources d'eau potable, p. 117.
Lianes caoutchoucifères, p. 129.
Libéria (Café de), p. 125.
Libert (L.-L.). — Étoiles filantes, p. 98, * 267.
Lignier (O.). — Canne pour excursions botaniques, p. 126, * 472.
Limaçon de Pascal, p. 93, * 124.
Limoges (Octroi de), p. 224, 275, * 1130.
Linge sale, p. 264.
Linguistique, p. 162, 166, * 746.
Liquides (Mouvement des), p. 96, * 176.
—— *organiques*, p. 109.
—— *de l'organisme*, p. 187, * 830.
Littoral corse et malaria, p. 207, * 952.
—— de la Berbérie, p. 115, * 345.
Locard (A.). — Mollusques testacés marins, p. 147, * 618.
Loi pour la circulation des eaux, p. 100.
—— *des accidents du travail*, p. 217, 235.
—— *sur la représentation proportionnelle*, p. 218, * 1032.
—— *sur les brevets*, p. 234.
—— *sur le règlement amiable des conditions du travail*, p. 238.
Loncq (Ém.). — Conseils d'hygiène départementaux, p. 268.
Londe (A.). — Chronophotographie, p. 103.
Lumière, p. 107, 109, * 306.
Lune (Son influence), p. 110.
Lupus (Traitement du), p. 177.
Luri (Nécropole près), p. 154, * 715.
Lymphatiques, p. 193, * 856.
Machine à vapeur, p. 91, * 73.
—— *statique*, p. 176.
Machines, p. 91
Magnétisme, p. 102, 103, 104, 106, 107, 110, * 297, 300, 306, 319.
Maillet (Ed.). — Prévision des crues, p. 111, * 333.
Maison selon l'hygiène, p. 247.
Maisons insalubres, p. 269.
Malades coloniaux, p. 269, * 1038.
Maladies (Propagation des), p. 1.
—— *des châtaigniers*, p. 209, * 986.
—— *contagieuses* dans les crèches, p. 268.
—— chez les enfants en nourrice, p. 268.
Malaria, p. 177, 178, 181, 191, 192, 197, 199, 207, * 794, 820, 852, 879, 952.
Malmignatte (Latrodectus 13, Guttatus), p. 146, * 615.
Mammifères (Rachis cervical chez les), p. 145, * 572.
March (F.). — Étude de l'acétylacétone, p. 109, * 309.
Marchand (Ém.). — Nuages inférieurs dans la région pyrénéenne, p. 113, * 342.
Marine, p. 212.
Marne, p. 111, 155, * 333.
Marne (Œuvre des voyages scolaires dans la), p. 241, * 1053.
Marseille (Bassin de), p. 120.
—— (Golfe de), p. 152, * 685.
—— (Assainissement de), p. 206, * 933.
Massif ancien du littoral de la Berbérie, p. 115, * 345.
Massimi. — La crise oléicole, p. 206, * 929.
—— La vaine pâture, p. 207, * 949.
— Destruction des châtaigniers, p. 208, * 963.
—— Industrie laitière en Corse, p. 208.
Matériel scolaire, p. 246, * 1077.
Matières organiques, p. 109, * 315.
Maturation des graines, p. 131, * 520.
Maxillaires, p. 291.
—— (Sinusites), p. 293, * 1209.
Maze (l'Abbé). — Genèse des services météorologiques publics, p. 113.
—— Observations combinées au XVIII^e siècle, p. 113.
Méditerranée (Bassin de la), p. 152, * 683.
—— (Perle de la), p. 214.
Mélasse dans l'alimentation du bétail, p. 208.
Melita (Pêches du yacht), p. 153, * 692.
Mendel-Joseph. — Sensibilité de la dent, p. 285, * 1157.
Ménegaux (A.). — Galéruque de l'orme, p. 141, * 550.
Menhirs sculptés en Corse, p. 154.
Menton, p. 295, * 1227.
Méos du Haut-Tonkin, p. 165.
Mercure (Iodoantimoniure de), p. 109, * 313.
—— p. 197.
Mésentères, p. 193, * 856.
Mesures angulaires, p. 212.
Métal à utiliser pour les électrodes, p. 179.
Métamorphoses des Insectes, p. 146, * 588.
Métatarsalgie, p. 180.
Métaux (Étude scientifique), p. 1.
Méthode géométrique de calcul des racines, p. 95, * 152.
—— nouvelle de culture de la vigne, p. 205, * 918.
Méthodes de redressement (Unification des) p. 294, * 1221.
Meunier (Stanislas). — Anciens glaciers de la Corse, p. 119, * 362.
Meurthe-et-Moselle (Préhistoire de), p. 163, * 760.
Michalet. — Cénomanien de Toulon, p. 120.
Michon (Ét.). — Menhirs sculptés en Corse, p. 154.
—— Discussion sur la nécropole de Cagnano, p. 155.
— — Ruines d'Aléria, p. 274.
—— Pyramide des Corses à Rome, p. 275.
Michon (Dr J.). — Prophylaxie du paludisme, p. 178, * 794.

Michon (Dr J.). — Hybrides de vigne producteurs directs, p. 207.
Mimétisme des végétaux des environs de Montfort-l'Amaury, p. 127.
Mines de la Corse, p. 118.
—— *abandonnées de Brandes en Oisans*, p. 162, 276, * 1133.
Miniat (K.). — Monooxybenzolbromindanone, p. 109, * 317.
Miocène de Corse et d'Algérie, p. 118.
Mirman (Projet de loi de M.), p. 218, * 1032.
Mission saharienne, p. 28.
—— de la Vienne, p. 153, * 707.
Module premier impair (Équations arithmétiques de), p. 91, * 51.
Moelle épinière, p. 185.
Mœurs des insectes, p. 146, * 588.
Mollusques testacés marins, p. 147, * 618.
Monographies départementales, p. 216.
Monooxybenzolbromindanone, p. 109, * 317.
Montfort-l'Amaury (Cyclone de), p. 113, * 338.
—— (Plantes des environs de), p. 124, 127.
Montpellier (Ville extraordinaire de), p. 212, * 991.
Montricher (H. de). — Fertilisation de la Crau, p. 206, * 933.
—— Allocution, p. 240.
—— Extension universitaire, p. 242.
—— Enseignement de l'hygiène, p. 245, * 1075.
—— Hygiène et recensement de 1901, p. 247.
Morot (Ch.). — Salubrité des viandes alimentaires, p. 271, * 1101.
Morsodou, p. 153, * 756.
Mortalité des enfants, p. 250.
Mortification pulpaire traumatique, p. 295, * 1227.
Mortillet (A. de). — Alluvion de Puy-Courny, p. 166.
Mossé. — Amélioration des diabètes, p. 189.
Moteurs à fluides carburés, p. 90.
Moule perlière, p. 149.
Moureaux (T.). — Les éléments magnétiques en Corse, p. 110, * 319.
Moustiques, p. 1, 197, 199, * 879.
Mouvement stationnaire des liquides, p. 96, * 176.
Muller. — Histoire de Brandes en Oisans, p. 162, 276, * 1133.
Mulots (Œil des), p. 143.
Musulmans, p. 215.
Mycologie de la Corse, p. 125, * 448.
—— de la France, p. 128, * 494.
Mytilus edulis, p. 149.
Myxo-angiôme caverneux, p. 186.
Nadal (J.). — Théorie de la machine à vapeur, p. 91, * 73.
Naïadacées de l'étang de Berre, p. 214, * 993.
Navigation aérienne, p. 47.
Nécropole préhistorique de Cagnano, p. 154, * 715.
Nécrose des parois maxillaires, p. 293, * 1227.
Négatif (Positif obtenu sans passer par un), p. 106, * 292.
Néolithique (Le détroit de Bonifacio à l'époque), p. 119, * 358.
—— de Corse, p. 156, * 728.
Nepveu (Dr). — Syphilis cérébro-spinale, p. 185.
—— Myxyo-angiôme caverneux, p. 186.
Nérinées du terrain jurassique, p. 121, 147.
Neurasthénie, p. 188.
Nil (Vallée du), p. 156.
Nirvanine (Injection de), p. 188.
Nivellement général de la France, p. 96, * 229.
Nogier. — Électrolyte placé en dérivation sur la source primaire, p 188.
Noirs (Proportions du tronc chez les), p. 164, * 766.
Nolanées, p. 125, * 438.
Normale, p. 89, * 1.
Nouet médicamenteux, p. 184, * 824.
Nourrice (Enfants en), p. 268.
Nuages inférieurs, p. 113, * 342.
Numération littérale, p. 93, * 119.
Observations combinées au XVIIIe siècle, p. 113.
Obturations de porcelaine, p. 286, * 1166.
Octrois (Suppression des), p. 219 à 233.
—— de Limoges, p. 224, 275, * 1130.
Œil, p. 143, 150, 197, 198, * 646.
Œhsner de Coninck. — Chimie de l'uranium, p. 108.
Œufs des poissons, p. 144, * 577.
Oise (Vallée de l'), p. 112.
Oliviers, p. 206, * 929.
Ombellifères, p. 125, * 443.
Opération du phimosis, p. 184, * 823.
Ophtalmologie, p. 197, 198.
Orages de la vallée de l'Oise, p. 112.
Organes foliaires des acacias, p. 124, * 431.
Orme (Galéruque de l'), p. 141, * 550.
Ott (G.). — Nouvelles spécialités, p. 293.
Ovaire des Nolanées, p. 125, * 438.
Oxyde jaune de mercure, p. 197.
Ozone, p. 195.
Palais (Voile du), p. 290, * 1189
Paléogéographie de la Vienne, p. 122, * 398.
Palethnologie, p. 166.
Paludisme, p. 177, 178, 181, 191, 192, 197, 199, 207, * 794, 820, 849, 852, 879, 952.
Pansements intra-vaginaux, p. 184, * 825.
—— gynécologiques, p. 186, * 828.
Papillon (Dr). — Vente du blé, p. 205.
—— Discussion sur les sanatorium pour tuberculeux, p. 218.

Papillon (Dr). — Discussion sur les octrois, p. 227.
—— Dépopulation de certains départements, p. 250.
Parallélogie, p. 92, * 91.
Parasites chez le chèvrefeuille, p. 130.
Parcours en Corse, p. 207, * 949.
Paris (Géologie de), p. 122, * 391.
Parnassia (Staminode des), p, 126, * 448.
Paroisse de Brandes en Oisans, pp. 162, 276, * 1133.
Partage d'un arc en parties égales, p. 89, * 25.
Pascal (Limaçon de), p. 93, * 124.
Pâture (Vaine), p. 207, * 949.
Paupière supérieure, p. 197.
Payart. — Question minière en Corse, p. 118.
—— La Corse, perle de la Méditerranée, p. 214.
Pays musulmans, p. 215.
Penicillium, p. 127, * 489.
Péridier (L.). — Établissement de l'impôt, p. 223.
Perle (La) de la Méditerranée, p. 214.
Perles (Enfilage automatique des), p. 106.
—— de Mytilus edulis, p. 149.
Peron (P.). — Étages crétaciques, p. 114.
—— Discussion sur le massif littoral ancien de la Berbérie, p. 116.
—— Constitution géologique de la Corse, p. 117.
—— Nérinées du terrain jurassique, p. 121.
—— Tectonique de Tarn-et-Garonne, p. 122, * 381.
—— Nérinées jurassiques, p. 147.
Perrier (Dr G.). — Alimentation par voie sous-cutanée, p. 196, * 865.
Perrin (R.). — Racines des équations numériques, p. 95, * 152.
Perse (Échinides fossiles de), p. 120, * 374.
Peyré (Dr H.). — Union des Sociétés laïques d'enseignement populaire, p. 244, * 1073.
Philippe (Ed.). — Les lavoirs, p. 265.
—— Discussion sur les casseroles émaillées, p. 268.
—— Projet d'exposition en Corse, p. 272.
Philothion, p. 108.
Phimosis, p. 184, * 823.
Phonographe, p. 106, * 291.
Photographie, p. 103, 106, * 292.
Photothérapie, p. 176, 194, * 790.
Phytoptocécidies de Clematis flammula L, p. 140, * 524.
Pied (Actinomycose du), p. 184, * 790.
Pince à fixation du globe oculaire, p. 198.
Pioule, p. 182.
Pistat (L.). — Stations préhistoriques de Ville-en-Tardenois, p. 155.
Pithecantropus Erectus (Dents du), p. 293, * 1193.
Plaines orientales de la Corse, p. 181, 199, * 820, 879.
—— *incultes de la Crau*, p. 206, * 933.
Plankton pélagique, p. 153, * 707.
Plantes adventices des environs de Montfort-l'Amaury, p. 124.
—— *fourragères* en Corse, p. 207.
—— *économiques* à introduire en Corse, p. 211.
Plateau de Langres, p. 112, * 334.
Pluie (Influence de la lune sur la), p. 110, 111, * 322, 333.
Pluviométrie, p. 111, * 322, 333.
Poissons (Hermaphrodisme des), p. 142, * 554.
—— (Œufs et larves des), p. 144, * 577.
—— du littoral corse, p. 152, * 683.
Poitiers (Détroit de), p. 122, * 398.
Poli (Dr D.). Blépharoplastie de la paupière supérieure, p. 197.
—— Préparation de la pommade à l'oxyde jaune de mercure, p. 197.
—— Pince à fixation du globe oculaire, p. 198.
Pollak (Redresseurs électrolytiques), p. 183.
Polyarthrite déformante, p. 192.
Polydora (Larves de), p. 153.
Pommade à l'oxyde jaune de mercure, p. 197.
Pommes de terre (Régime des), p. 189.
Pompeani (Dr). — Le traitement de la tuberculose pulmonaire, p. 183.
Pompilides, p. 152, * 677.
Population de la Corse, p. 216, * 1014.
Porcelaine (Obturations de), p. 236, * 1166.
Positif obtenu sans passer par un négatif, p. 106, * 292.
Pomatoceros, p. 152, * 685.
Poutiatin (Prince A.). — Le tatouage, p. 161, * 740.
Pouvoir rotatoire de l'acide valérique, p. 109.
Préhistoire, p. 159, 163, * 735, 760.
Préparation de la pommade à l'oxyde jaune de mercure, p. 197.
Principes de la Thermodynamique, p. 90.
Prisme fléchi imparfaitement élastique, p. 95.
Production de l'amidon dans les céréales, p. 206, * 931.
Propagation du paludisme, p. 197, 199, * 879.
Prophylaxie du paludisme, p. 178, * 794.
—— des maladies contagieuses, p. 268.
Proportions du tronc, p. 164, * 766.
Prothèse dentaire, p. 290, * 1185.
—— vélo-palatine, p. 290, * 1189.
Provence (Végétation de la), p. 120.
—— (Zoocécidies de), p. 140, * 524.
Puissance des machines, p. 91.
Puits fossilifères, p. 153, * 754.

Pulpe dentaire, pp. 285, 295, * 1157, 1227.
Puy-Courny, p. 164, 166, * 762.
Pyramide des Corses, à Rome, p. 275.
Pyrénées (Travaux hydrauliques dans les), p. 100.
—— (Nuages inférieurs de la région des), p. 113, * 342.
—— (Lacs-réservoirs des), p. 216.
Quadrilatère, p. 93, * 107.
Quaternaire, p. 119, 157.
Quélet (Feu Dr). — Flore mycologique de France, p. 128, * 494.
Races du Japon, p. 162, * 749.
Rachis cervical chez les mammifères, p. 145, * 582.
Racines des équations numériques, p. 95, * 152.
Raclot (Abbé). — Résultantomètre, p. 111.
—— Les vents du plateau de Langres, p. 112, * 334.
Radiations lumineuses, p. 107, * 306.
Radiographie contrôle des accidents du travail, p. 218, * 1023.
Rambouillet (Forêt de), p. 127.
Ramé. — Discussion sur les octrois, p. 232.
Ramond (G.). — Études géologiques dans Paris, p. 122, * 391.
Rappin (Dr). — Action de l'urée, p. 190. * 846.
Rapport sur l'électrochimie, p. 168.
—— *à l'académie de Toulouse*, p. 214.
—— *sur les lavoirs*, p. 251.
Raulin (V.). — Pluviométrie, p. 111, * 322.
Rayon de courbure, p. 89, * 1.
Rayons chimiques, p. 176.
—— *X*, p. 180.
Reboisement, p. 211.
Reboul (Dr J.). — Actinomycose du pied par inoculation directe, p. 184, * 790.
—— Gangrène du testicule, * 790.
—— Fibrolipôme de l'abdomen, * p. 790.
—— Discussion sur le paludisme, p. 192.
Reconstitution des vignobles, p. 205, *918.
Recensement de 1901, p. 247.
Redressement (Unification des méthodes de), p. 294, * 1221.
Redresseurs électrolytiques Pollak, p. 183.
Réfection du cadastre, p. 97, * 254.
Régénération expérimentale des organes foliaires, p. 123, * 431.
—— chez les larves de Polydora, p. 153.
Régime des pommes de terre, p. 189.
Règlement amiable des conditions du travail, p. 238.
Regnault (E.). — Vente du blé, p. 205.
Regnault (E.). — L'agriculture de l'avenir, p. 208, * 965.
—— Discussion sur l'exploitation des forêts, p. 210.
Regnault (F.). — Grotte de Tibiran, p. 163, * 754.
Reims (Œuvre des voyages scolaires à), p. 241, * 1053.
Rémond. — Critique d'un rapport à l'académie de Toulouse, p. 214.
—— Évolution périodique des climats, p. 214.
Renard (Colonel Ch.). — Navigation aérienne, p. 47.
Représentation proportionnelle, p. 218, * 1032.
Réseclion du gros intestin, p. 188, * 835.
Résonance électrique, p. 103, * 297.
Respiration des Gamases. p. 144.
Restauration des maxillaires, p. 291.
Résultantomètre, p. 111.
Revision du cadastre, p. 209, * 978.
Reynaud (Dr G.). — Sanatoria pour malades coloniaux, p 269, * 1088.
Rey-Pailhade (Dr J. de). Unité de puissance des machines, p. 91.
—— Éphémérides du soleil, p. 92.
—— Système décimal d'unités électromagnétiques, p. 104.
—— Le philothion, p. 108.
—— Unification des mesures angulaires, p. 212.
Rhône (Bassin du), p. 157.
Rhumatisme, p. 187.
Richard-Chauvin (Léon). — Obturations de porcelaine, p. 286, * 1166.
Richard-Chauvin (Louis). — Obturations de porcelaine, p. 286, * 1166.
Ripert (L.). — Triangles parallélogiques, p. 92, * 91.
—— Le quadrilatère, p. 93, * 107.
Riviera (La) française, p. 180, * 810.
Rivière (Ém.). — Abri sous roche de Morsodon, p. 163, * 756.
—— Station préhistorique de la côte Sainte-Marie, p. 164, * 760.
Roentgen (Rayons), p. 180.
Rohr (E.). — Le Streptocoque gourmeux, p. 193, * 856.
—— Tétanos traumatique, p. 201, * 890.
Rolland (Dr G.). — Discussion sur la carie dentaire, p. 282.
—— —— sur une seringue spéciale, p. 287.
—— De l'anesthésie générale, p. 288, 289, * 1178.
Rome (Pyramide des Corses à), p. 275.
Rossi (Latrodectus 13-guttatus), p. 146, * 615.
Roule (L.). — Poissons du littoral corse, p. 152, * 683.
Rubidium (Sels de), p. 187.

Ruines d'Aléria, p. 274.
Rumex maritimus, p. 132.
Russell (W.). — Fasciation chez un Chondrilla juncea, p. 128.
Sac à linge sale, p. 264.
Sahara, p. 28.
Saint-Gilles-sur-Vie, p. 167.
Saint-Nazaire (Maire de). — Discussion sur les octrois, p. 219.
Salubrité des viandes alimentaires, p. 271, * 1101.
Sanatorium (Construction d'un) à Ajaccio, p. 268, * 1084.
—— pour malades coloniaux, p. 269, * 1088.
—— pour tuberculeux, p. 218, * 1029.
Sang, p. 195.
Sardaigne (Faune de), p. 143, * 571.
Saugrain (G.). — Exposé de la question des octrois, p. 219.
—— Des retraites ouvrières, p. 236.
Sauvez (Dr G.). — Discussion sur la carie dentaire, p. 281.
—— —— sur les obturations de porcelaine, p. 287.
—— —— sur l'anesthésie, p. 289.
—— —— sur la prothèse-vélo-palatine, p. 291.
Section d'odontologie (La nouvelle), p. 277.
Seigle (Dr). — Discussion sur la carie dentaire, p. 283.
—— —— sur les obturations de porcelaine, p. 287.
—— —— sur l'anesthésie, p. 288.
—— Enseignement de la prothèse, p. 290, * 1185.
—— Unification des méthodes de redressement, p. 294, * 1221.
Seine-et-Oise (Cyclone en), p. 113, * 338.
—— (Plantes de), p. 124, 127.
—— (Rumex maritimus en), p. 132.
—— (Allée couverte), p. 161.
Séismes, p. 111, * 327.
Sens (Craie sénonienne des environs de), p. 117.
Sensibilité de la dent, p. 285, * 1157.
Séparation des racines, p. 95, * 152.
Séquanie (Ancienne), p. 160.
Seringue spéciale aux dentistes, p. 287.
Sérum physiologique, p. 188.
—— *antitétanique*, p. 201, * 890.
Services météorologiques publics, p. 113.
Seuils lacustres, p. 121.
Simarubacées, p. 127, * 477.
Sinusites maxillaires, p. 293, * 1209.
Situation économique de la Corse, p. 218, * 1026.
Sociétés laïques d'enseignement populaire, p. 244, * 1073.
Sociologie, p. 215.
Soleil, p. 28, 92.
Solution des équations arithmétiques, p. 91, * 51.
—— *rationnelle des grèves*, p. 233, * 1037.
Sommets (Hauts-) de la Corse, p. 119.
Somnoforme en chirurgie, p. 288, * 1178.
Soufre (Dosage du), p, 109, * 315.
Sources d'eau potable, p. 117.
Soutiens multiples dans les appareils de restauration des maxillaires, p. 291.
Sphégides, p. 152, * 677.
Spores du Penicillium, p. 127, * 489.
Spoturno. — Arboriculture fruitière en Corse, p. 205, * 905.
Staminode des Parnassia, p. 125, * 448.
Station préhistorique de la Côte Sainte-Marie, p. 163, * 760.
—— de la Marne, p. 155.
Stellérides de la craie sénonienne, p. 117.
Stephan (P.). — Hermaphrodisme de certains poissons, p. 142, * 554.
—— Vésicule germinative des Téléostéens, p. 145.
Stizus fasciatus Fabr., p. 152, * 680.
Strasser-Ensté. — Horticulture et agriculture en Corse, p. 128, * 497.
Stratigraphie du bassin de la Tafna, p. 119.
Streptocoque gourmeux, p. 193, * 856.
Suppression des octrois, p. 219 à 233.
Surface du corps humain, p. 181, 201.
Survivances linguistiques, p. 166.
Syphilis cérébro-spinale, p. 185.
Système décimal, p. 91, 104.
—— *de numération nouveau*, p. 93, * 119.
Tachard (Dr E.). — Rapport sur les lavoirs, p. 251.
Tafna (Bassin de la), p. 119.
Taille intentionnelle de coquilles fossiles, p. 158, * 729.
Targhetta (Dr). — La malaria et les moustiques, p. 197.
Tarn-et-Garonne (Tectonique de), p. 122, * 381.
Tatouage, p. 166, * 740.
Taxes de remplacement, p. 232.
Tayac (Croze de), p. 163, * 756.
Tectonique des chaînes littorales de l'Algérie, p. 115, * 345.
—— du Tarn-et Garonne, p. 122, * 381.
Téléostéens, p. 145.
Température centrale des animaux, p. 195.
Tension superficielle des liquides organiques, p. 109.
—— *rémanente*, p. 94.
Tératologie, p. 130, 132, * 523.
Terrains salés, p, 211.
Testicules, p. 142, * 551.
Tétanos traumatique, p. 201, * 890.
Théorie de la machine à vapeur, p. 91, * 73.
—— *tourbillonnaire*, p, 102.
Thermodynamique, p. 90, 105.
Thermomètres du XVIIIe siècle, p. 113.

Thierry. — Le café de Libéria, p. 125.
Thuillier. — Discussion sur l'anesthésie, p. 289.
Tibiran (Grotte de), p. 163, * 754.
Tinca vulgaris, p. 143.
Tissus animaux, p. 187, * 830.
Tommasini (fils). — Survivances linguistiques, p. 166.
Tonkin (Haut-), p. 165.
Topographie, p. 214, * 993.
Torsion du cordon, * 790.
Toulon (Cénomanien de), p. 120.
Toulouse (Académie de), p. 214.
Toureille (C.). — L'octroi et la loi du 29 décembre 1897, p. 231.
Touvet-Fanton. — Discussion sur les obturations de porcelaine, p. 287.
—— —— sur l'anesthésie, p. 288, 289.
—— Dispense du parallélisme des soutiens multiples dans les appareils de restauration des maxillaires, p. 291.
Toxine antituberculeuse, p. 198, * 868.
Toxiques pour les plantes, p. 123, * 414.
Traitement du lupus, p. 177.
—— ioduré, p. 185.
—— de la goutte, p. 187.
—— de la diphtérie, p. 187, * 838.
—— de la neurasthénie, p. 188.
—— du diabète, p. 189.
—— de la variole, p. 195.
—— par l'acide carbonique, p. 196, 200, * 887.
—— de la tuberculose, pp. 180, 198, * 807, 868.
—— *des enfants anormaux*, p. 243, * 1063.
—— des épulis, p. 293, * 1198.
—— des sinusites, p. 293, * 1209.
Transgression cénomanienne, p. 118, * 352.
Travail (Accidents du), p. 217, 218, 235, * 1023.
—— (Conditions du), p. 238.
Travaux hydrauliques, p. 100.
Tremblements de terre, p. 111, * 327.
Trey (de). — Spécialités, p. 233.
Triangles parallélogiques, p. 92, * 91.
Tronc, p. 164, * 766.
Trou aux Anglais (Allée couverte du), p. 161.
Trouvé. — Étude des radiations lumineuses, p. 107, * 306.
Tuberculose, p. 180, 183, 190, 198, 268, * 807, 810, 846, 868.
Turpain (A.). — Résonance électrique dans l'air raréfié, p. 103, * 279.
—— Interrupteur inverseur pour bobines d'induction, p. 106, * 297.
—— Modes d'entretien de l'excitateur de Hertz, p. 106, * 300.
Turquan (V.). — Discussion sur le recensement de 1901, p. 248.
Turquan (V.). — Mortalité des enfants protégés par l'État, p. 250.
—— Population de la Corse, p. 216, * 1014.
Typha latifolia L., p. 132, * 523.
Unification des mesures, p. 212.
Unité de puissance des machines, p. 91.
Unités décimales, p. 91.
—— *électro-magnétiques*, p. 101.
Université populaire, p. 242.
Uranium, p. 108.
Urée (Élimination d') dans la grippe, p. 180, * 814.
—— (Action de l'), p. 190, * 846.
Vaccine, p. 191, * 849.
Vagin, p. 184, * 825.
Vaine pâture, p. 207, * 949.
Valette (Dom. A.). — Stellérides de la craie sénonienne, p. 117.
Vallée de l'Oise, p. 112.
—— *de l'Yonne*, p. 121.
—— *du Nil*, p, 156.
Vapeur (Machine à), p. 91, * 73.
Var (Cénomanien du), p. 120.
Variations florales tératologiques, p. 130.
—— continue de l'axe terrestre, p. 214.
Variole, p. 191, 195, * 849.
Veber (A.). — Discussion sur les octrois p. 227.
Végétation du sud-est de la Provence, p. 120.
Végétations des maxillaires, p. 293, * 1209.
Vélo-palatine (Prothèse), p. 290, * 1189.
Vendée (Fouilles en), p. 167.
Vendetta, p. 28.
Venin, p. 146, * 615.
Vente du blé, p. 205.
Vents du plateau de Langres, p. 112, * 334.
Vervins (Maire de). — Discussion sur les octrois, p. 222.
Vésicule germinative des Téléostéens, p. 145.
Vespides, p. 152, * 677.
Vétérinaire, pp. 193, 201, 271, * 856, 890, 1101.
Viandes alimentaires foraines, p. 271, * 1101.
Vichot. — Discussion sur les méthodes de redressement, p. 294.
Vide de Geissler, p. 176.
Vienne (Détroit de Poitiers), p. 122, * 398.
—— (Mission de la), p. 153, * 707.
Vignes de l'arrondissement de Corte, p. 205, * 918.
—— hybrides producteurs directs, p. 207.
Vignoble de l'arrondissement de Corte, p. 205, * 918.
Ville extraordinaire, p. 212, * 991.
Vincenti (Dr M.). — Traitement de la variole, p. 195.
Virescence du Centaurea Calcitrapa L., p. 127, * 484.

Visite à la Carrosaccia, p. 132.
Vodoz (G.-P.). — Coléoptères de la Corse, p. 148, * 626.
Voie sous-cutanée, p. 196, * 865.
Voyages scolaires, p. 241, * 1053.
Xambeu (Le Capitaine). — Mœurs des insectes pectinicornes, p. 146, * 583.
Yonne (Craie sénonienne de l'), p. 117.
—— (Jurassique de l'), p. 121.
Zenger (Ch.-V.). — Tremblements de terre, p. 111, * 327.
Zoocécidies provençales, p. 140, * 524.
—— recueillies en Algérie, p. 153, * 699.

TABLE DES MATIÈRES

SECONDE PARTIE

NOTES ET MÉMOIRES

Pages.

[**O 2 e**] Collignon (Ed.). — Problème de géométrie 1

[**O 2 cδ**] — — — Recherche de formules approximatives pour le partage d'un arc de cercle en parties égales 25

[**X. i 3**] Arnoux (G.). — Arithmétique graphique. — Correspondance entre les espaces arithmétiques et les équations arithmétiques (congruences) 31

[**I**] — — — Solution des équations arithmétiques du troisième degré de module premier impair 51

[**T 4 c — S 4 bβ**]. — Nadal (J.). — Théorie de la machine à vapeur. 73

[**K 5 d**) Ripert (L.) — Sur les triangles parallélogiques et leurs applications. . . 91

[**K 8 a**] — — — Notes sur le quadrilatère. 107

[**I 1**] Cadenat (A.). — Un nouveau système de numération : le système littéral . 119

[**M 1 6 h**] Barisien (le Commandant E.-N.). — Sur une génération du Limaçon de Pascal 124

[**A 3 g**] Perrin (R.). — Sur une méthode nouvelle pour la séparation et le calcul approximatif des racines réelles des équations numériques. 152

[**S 2**] Fontaneau (E.). — Du mouvement stationnaire des liquides. 176

[**H. L.**] Jamet (V.). — Sur les équations anharmoniques. 207

[**526-58**] Lallemand (Ch.). — Le nivellement général de la France. — Ses progrès de 1890 à 1901 229

[**526.9**] — — — La réfection du cadastre et la carte de France. . . 254

[**523.53**] Libert (L.-L.). — Contribution à mes précédentes recherches dans le domaine des étoiles filantes. 267

[**627.1**] Dou. — Influence des phénomènes de biologie marine sur les effets de colmatage et d'atterrissements 272

[**538.56**] Turpain (A.). — Les phénomènes de résonance électrique dans l'air raréfié. — Fantôme du champ hertzien. 279

[**532.73**] Leduc (Dr S.). — Études expérimentales sur la diffusion 287

[**534.43**] Amans (Dr). — Sur un nouveau dispositif de reproducteur phonographique 291
[**77.061**] Lacour. — Photographie : positifs directs sans passer par les négatifs . 292
[**537.512**] Turpain (A.). — Interrupteurs inverseurs pour bobines d'induction . 297
[**538.561**] — — Sur deux modes d'entretien de l'excitateur de Hertz. — Mode d'entretien dissymétrique et mode d'entretien symétrique. 300
[**535.87**] Foveau de Courmelles (Dr) et Trouvé (G.). — Nouveaux appareils pour l'étude des diverses radiations lumineuses 306
[**547.23**] March (Fr.). Contribution à l'étude de l'acétylacétone. 309
Granger (A.) — Sur un iodoantimoniure de mercure. 313
[**545 : 546.22**] Leteur (F.). — Sur le dosage du soufre dans les matières organiques 315
Miniat (K.). — Sur la monooxybenzalbromindanone 317
[**538.71 : 45.9**] Moureaux (Th.). — Distribution des éléments magnétiques en Corse au 1er janvier 1896. 319
[**551.57 : 45.9**] Raulin (V.). — Sur les observations pluviométriques faites en Corse de 1855 à 1899. 322
[**551.22 : 537.4**] Zenger (Ch.-V.). — Les tremblements de terre et l'action périodique de l'électricité d'origine cosmique 327
[**551.57**] Maillet (Ed.). — Sur la prévision des crues de la Marne à Chaumont à l'aide des hauteurs de pluie. 333
[**551.51 : 44.33**] Raclot (Abbé). — Rôle des vents sur le plateau de Langres . 334
[**551.55 : 44.36**] Beleze (Mlle M.). — Cyclone du 1er juin 1901 à Montfort-l'Amaury (Seine-et-Oise) et aux environs 338
[**551.57 : 44.78**] Marchand (É.). — Études sur l'altitude et la constitution des nuages inférieurs dans la région pyrénéenne. 342
[**551.71 : 965**] Ficheur (E.). — Le massif ancien du littoral de la Berbérie. — Son influence sur la tectonique des chaînes littorales de l'Algérie. 345
[**551.79**] De Grossouvre (A.). — Sur la transgression cénomanienne 352
[**563.9 : 45.9**] Joleaud. — Sur l'existence probable d'un lambeau bartonien dans le golfe d'Ajaccio. 357
[**571.2 : 45.9**] Ferton (Ch.). — Nouvelle preuve de l'existence du détroit de Bonifacio à l'époque néolithique ; climat de Bonifacio pendant cette période. 358
[**551.31 : 45.9**] Stanislas-Meunier. — La cause de la disparition des anciens glaciers. 362
[**563.9 : 955 : 962**] Gauthier (V.). — Derniers Échinides fossiles recueillis en Perse et en Égypte. 374
[**554.75**] Peron (P.). — Sur la tectonique de la région nord-est du département de Tarn-et-Garonne. 381
[**5544.36**] Ramond (G) et Dollot (A.). — Études géologiques dans Paris et sa banlieue 391
[**551.7 : 4468**] De Grossouvre (A.). — Étude paléogéographique sur le détroit de Poitiers 398
[**581.158**] Gauchery (P.) — Notes anatomiques sur l'hybridité. 403
[**581.13 : 546.3**] Coupin (H.). — Contribution à l'étude des substances toxiques pour les plantes 414
[**580.9 : 45.9**] Bonnet (Dr Ed.). — Essai d'une bio-bibliographie botanique de la Corse. 415
[**581.779**] Ledoux (P.). — Sur la régénération expérimentale des organes foliaires chez les Acacias phyllodiques. 431
[**581.16**] Jodin (Dr H.). — Sur la structure et le développement de l'ovaire chez les Nolanées. 438
[**583.976 : 581.22**] Delacour et Gerber. — Branches anormales de *Cupularia viscosa* Godr. Gren. des environs d'Ajaccio. 441
[**583.48**] Arnaud (Dr H.). — Nécessité d'admettre une famille des Éryngiées ou Astrantiées distincte des Ombellifères 443

[**589.2 : 45.9**] HARIOT (P.). — Énumération des champignons récoltés en Corse jusqu'à l'année 1901 448
[**581.46**] DUTAILLY (G.). — Le Staminode des *Parnassia* 457
[**579**] LIGNIER (O.). — Sur une canne pour excursions botaniques 472
[**583.241 : 580.1**] JADIN (F.). — Essai de classification des Simarubacées basée sur les caractères anatomiques 477
[**583.55**] GERBER (Dr Ch.). — Virescence du *Centaurea calcitrapa* L. 484
[**581.17 : 589**] LESAGE (Dr P.). — Germination des spores de *Penicillium* dans l'air alternativement sec et humide 489
[**589.2 : 44**] QUÉLET (Feu Dr). — Quelques espèces critiques ou nouvelles de la flore mycologique de France 494
[**630 : 45.9**] STRASSER-ENSTÉ. — De quelques réformes à apporter à l'horticulture et à l'agriculture en Corse 497
[**581.157**] COUPIN (H.). — La couleur des fleurs de la flore française. — Étude statistique 500
[**581.14 : 583.491**] DUCAMP (L.). — De la présence de canaux sécréteurs dans l'embryon de l'*Hedera Helix* L. avant la maturation de la graine. 520
[**581.21**] — — — Note tératologique sur le *Typha latifolia* L. 523
[**632**] GERBER (le Dr C.). — Zoocécidies provençales 524
[**632**] MENEGAUX (A.). — La galéruque de l'orme 550
[**591.167 : 597**] STEPHAN (P.). — A propos de l'hermaphrodisme de certains poissons. 554
[**591.9 : 45.9**] CAZIOT (le Commandant). — Comparaison entre les faunes terrestres et fluviatiles des deux îles Corse et Sardaigne. 571
[**639**] FABRE-DOMERGUE et BIÉTRIX (E.). — Appareil à rotation pour l'élevage des œufs et des larves de poissons marins 577
[**591.48**] ALEZAIS (Dr). — Quelques adaptations fonctionnelles du rachis cervical chez les mammifères 582
[**591.34 : 595.7**] XAMBEU (le Capitaine). — Mœurs et métamorphoses des insectes. 588
[**591.44 : 595**] BORDAS (Dr L.). — Recherches sur les glandes venimeuses ou glandes des Chélicères du *Latrodectus* 13-*Guttatus* Rossi ou Malmignate 615
[**594.6 : 45.9**] LOCARD (A.). — Observations sur les mollusques testacés marins des côtes de la Corse. 618
[**595.76 : 45.9**] VODOZ (G.-P.). — Observations sur la faune des Coléoptères de la Corse. 626
[**532.71 : 591.17**] LEDUC (Dr S.). — Cytogenèse expérimentale. 644
[**611.84 : 595.2**] KUNSTLER (J.) et GINESTE (Ch.). — Contribution à l'étude de l'œil composé des Arthropodes. 646
[**591.47 : 595.7**] AMANS (Dr P.). — Géométrie descriptive et comparée des ailes rigides 666
[**595.79 : 45.9**] FERTON (Ch.). — Les Hyménoptères de la Corse (Apiaires, Sphégides, Pompilides et Vespides) 677
[**591.79 : 591.5**] — — — Sur les mœurs du *Stizus fasciatus* Fabr. . . . 680
ROULE (L.). — Les poissons du littoral de la Corse ; comparaison de cette faune avec celle des autres localités du bassin occidental de la Méditerranée 683
[**595.1 : 44.91**] GOURRET (P.). — Sur quelques Annélides sédentaires (genre Hydroïdes, Pomatocéros et Hermella) du golfe de Marseille 685
[**595.3 : 45.9**] CHEVREUX (Éd.). — Amphipodes recueillis par la *Melita* sur les côtes occidentale et méridionale de Corse. 692
[**632 : 595 : 4**] HOUARD (C.). — Zoocécidies recueillies en Algérie 699
CLIGNY. — Mission de la *Vienne*. Le Plankton pélagique au large des côtes bretonnes 707
[**571.92 : 45.9**] CHANTRE (E.). — La nécropole proto-historique de Cagnano, près Luri (Corse). 715

[**572.94 : 45.9**] Ferton (Ch.). — Les premiers habitants de Bonifacio, leur origine 724
[**571.29 : 45.9**] — — Poterie néolithique trouvée à Bonifacio 728
[**571.29**] Flamand (G.-B.-M.). — Sur l'utilisation, comme instruments néolithiques de coquilles fossille à taille intentionnelle (Littoral du Nord-Africain) 729
[**571.25 : 65**] Debruge (A.). — Recherches sur le préhistorique des environs d'Aumale (Algérie). 735
[**86**] Poutiatin (Le Prince A.). — Contribution à l'étude du tatouage 740
[**494**] Gouhier de Charençay (Le Comte). — Deux dialectes est-altaiens. . . 746
[**572.952**] — — Races et langues du Japon 749
[**571.81 : 44 : 78**] Régnault (F.). — Étude sur les puits fossilifères des Grottes (suite). Grotte de Tibiran (Hautes-Pyrénées). — Massif de Gargas 754
[**571.81 : 44.72**] Rivière (É.). — L'abri sous roche de Morsodou ou Croze de Tayac (Dordogne) 756
[**571.81 : 44.39**] — — — La station préhistorique de la côte Sainte-Marie (Meurthe-et-Moselle). 760
Capitan (Dr). — Note préalable sur des fouilles exécutées au Puy-Courny 762
[**573.6**] Girard (Dr H.). — Contribution à l'étude des proportions du tronc chez les Jaunes et chez les Noirs 766
[**573.6**] — — — Observation anthropométrique d'un Danakil . . . 784
[**537.832 : 615.84**] Bordier (Dr). — Mécanisme de l'action de l'arc électrique sur les tissus dans la photothérapie 790
[**616.936**] Michon (Dr J.). — De l'influence de la découverte de Laveran sur la prophylaxie et la législation du Paludisme. 794
[**616.246**] Leduc (Dr S.). De la méthode des aspirations dans le traitement de la tuberculose du larynx 807
[**616.246 : 44.94**] Camous (Dr L.) et Gayrard (Dr E.). — La tuberculose pulmonaire et la *Riviera* française 810
[**616.938**] Delore (Dr X.). — Cristaux en feuilles de fougère avec élimination d'urée dans les crachats de grippe. 814
[**616.936 : 45.9**] Challan de Belleval (Dr). — A propos de l'impaludisme au Congrès d'Ajaccio 820
[**615.84 — 617.558.76**] Leduc (Dr S.). — Opération du phimosis par le galvano-cautère 823
[**615.76**] — — — Traitement des affections gynécologiques par le nouet médicamenteux 824
[**618.108.15**] Faguet (Dr Ch.). — Auto-panseur gynécologique porte tampon stérilisable 828
[**537.33 — 612.11**] Bordier (Dr H.) et Gilet (Dr). — Électrolyse des tissus animaux et des liquides organiques 830
[**617.153.5**] Bœckel (Dr J.). — Résection du gros intestin. 835
[**616.931**] Ladureau (A.). — Nouvelle méthode de traitement de la diphtérie . . 838
[**536.3 : 610**] Leduc (Dr S.). — Courbe d'ascension thermométrique et calorimétrie clinique 839
[**589.95**] Rappin (Dr). — Action de l'urée sur les cultures en bouillon du bacille de la tuberculose et sur le cobaye tuberculeux 846
[**615.781.6 : 616.912**] Ferrandi (Dr). — Note clinique sur l'action de la cocaïne dans la variole et particularités de l'évolution de la vaccine 849
[**616.936 : 45.9**] — — — Contribution à l'étude clinique du paludisme en Corse 852
[**589.95 : 611.38**] Rohr (E.-M.). — Des localisations abdominales du streptocoque gourmeux, abcès des parois intestinales, des lymphatiques et des mésentères . . 856
Perrier (Dr G.). — Note sur l'alimentation par voie sous-cutanée. 865

[**615.37**] BERTHOLON (Dr). — Sur les effets d'une nouvelle toxine antituberculeuse. 868
[**616.936 : 45.9**] COSTA DE BASTELICA (Dr). — Sur le rôle des moustiques dans la propagation du paludisme et sur l'assainissement de la plaine orientale de la Corse. 879
[**615.62**] GIROD (Dr P.). — Note sur l'action thérapeutique de l'acide carbonique administré par la voie intestinale. 887
[**616.834 : 615.37**] ROHR (E.-M.). — Tétanos traumatique 890
[**634.152.1 : 45.9**] DONATI. — Le déboisement des châtaigneraies de la Corse. . 896
[**634.1 : 45.9**] SPOTURNO. — L'arboriculture fruitière en Corse 905
[**634.63 : 45.9**] CORTEGGIANI. — Reconstitution des vignes et nouvelles méthodes de culture 918
[**634.153.1**] MASSIMI. — La crise oléicole. 929
[**581.13 : 633.2**] LACOUR. — De la production de l'amidon dans les céréales . . 931
[**631.112.633**] DE MONTRICHER (H.). — Assainissement de Marseille et fertilisation des plaines incultes de la Crau d'Arles. 933
MASSIMI. — Communication sur le parcours et la vaine pâture. . . . 949
[**616.936 : 45.9**] BOYER. — La malaria et l'assainissement du littoral corse . . . 952
[**634.152.1**] MASSIMI. — Destruction des châtaigneraies 963
[**630.7**] REGNAULT (E.). — L'agriculture de l'avenir 965
[**526.9**] LE GENDRE (C.). — Revision du cadastre et cartes agronomiques communales. 978
[**6321 : 934.152.1**] — — — La maladie des châtaigniers 986
[**5.51.4 : 44.84**] ARNAUD (Dr H.). — Une ville extraordinaire. — Configuration du sol de Montpellier et des environs 991
GOURRET (P.). — Topographie et flore de l'étang de Berre et de ses dépendances ; courants, densité, température, profondeur ; distribution et rôle des algues et des naïadacées 993
[**325.45.9**] TURQUAN (V.). — Émigration des Corses en France et immigration des Français en Corse 1014
BILHAUT (Dr M.). — Utilisation de la radiographie comme contrôle à la suite des accidents du travail. 1023
[**380 : 49.5**] GIGNOUX. — Situation économique de la Corse 1026
[**614.45:616.995**] BILHAUT (Dr M.). — Le sanatorium pour tuberculeux au point de vue sociologique 1029
[**352.004**] CURIE (J.). — La représentation proportionnelle dans les élections municipales 1032
BOISSIER (P.). — Les grèves, leurs conséquences et leur solution rationnelle 1037
[**332.77**] LACOUR. — Le crédit populaire 1041
[**325.3 : 944**] GUIFFARD (L.). — La jeunesse française et la colonisation 1046
[**613.69.76**] ANDRÉ. — L'œuvre des voyages scolaires de la deuxième circonscription de Reims. 1053
[**371.9**] GRANDVILLIERS (L.) et COURJON (Dr). — Éducation, traitement et assistance des enfants anormaux 1063
[**379.19**] PEYRÉ (Dr H.). — Projet d'union des Sociétés laïques d'enseignement populaire 1073
[**614.07 : 372**] DE MONTRICHER (H.). — L'enseignement de l'hygiène dans les cours d'adultes et les écoles primaires 1075
[**614.07**] FOVEAU DE COURMELLES (Dr). — Leçons de choses et matériel scolaire au point de vue de l'hygiène 1077
[**615.928**] JEAN (Dr Alf.). — Intoxication suraiguë par l'émail des casseroles . . 1082
[**613.56 : 614-542 : 45.9**] FERRANDI (Dr). — Construction hygiénique et économique d'un Sanatorium à Ajaccio 1084
[**613.56 : 944**] REYNAUD (Dr G.). — Les Sanatoria pour malades coloniaux, en France 1088

[**613.31**] Morot (Ch.). — Des moyens propres à assurer la salubrité des viandes alimentaires circulant en dehors des localités d'abatage 1101
[**352.1.09 : 44.66**] Faure. — Aperçu historique sur l'octroi de Limoges de 1370 à 1900 1130
[**622.9 : 44.99**] Müller. — Contribution à l'histoire de la Paroisse et des Mines abandonnées de Brandes en Oisans 1133
[**617.62**] Choquet (J.). — Contribution à l'étude de l'arrêt de la carie dentaire. . 1155
[**617.60**] Mendel-Joseph. — Des conditions de la sensibilité de la dent. Mode d'innervation de la pulpe dentaire. Etude historique 1157
[**617.60**] Richard-Chauvin (L.) et Richard-Chauvin fils. — De la technique des obturations de porcelaine. 1166
[**615.781**] Rolland (Dr G.). — De l'anesthésie générale théorique et pratique par le somnoforme en chirurgie générale et en chirurgie dentaire 1178
[**617.60.6**] Seigle. — La méthode à suivre dans l'enseignement de la prothèse . 1185
[**617.60**] Delair. — Méthode nouvelle de prothèse restauratrice vélo-palatine . . 1189
[**614.31 : 169**] Amoedo (Dr O.). — Les dents du pithecanthropus erectus de Java. 1193
[**617.60**] — — Les épulis, leur traitement à leur début par le chirurgien-dentiste. 1198
[**617.23 : 611 - 71**] — — Sinusites maxillaires, leur traitement par le chirurgien-dentiste : *a)* à l'état de collection de sinus ; *b)* à l'état de végétation ; *c)* à l'état de nécrose des parois 1209
[**617.64**] Seigle. — De l'unification des méthodes de redressement à propos d'un cas 1221
[**611 - 33 : 617 - 23**] Ducournau (F.). — Fistule sous-mentonnière d'origine dentaire par mortification pulpaire traumatique 1227

ERRATA

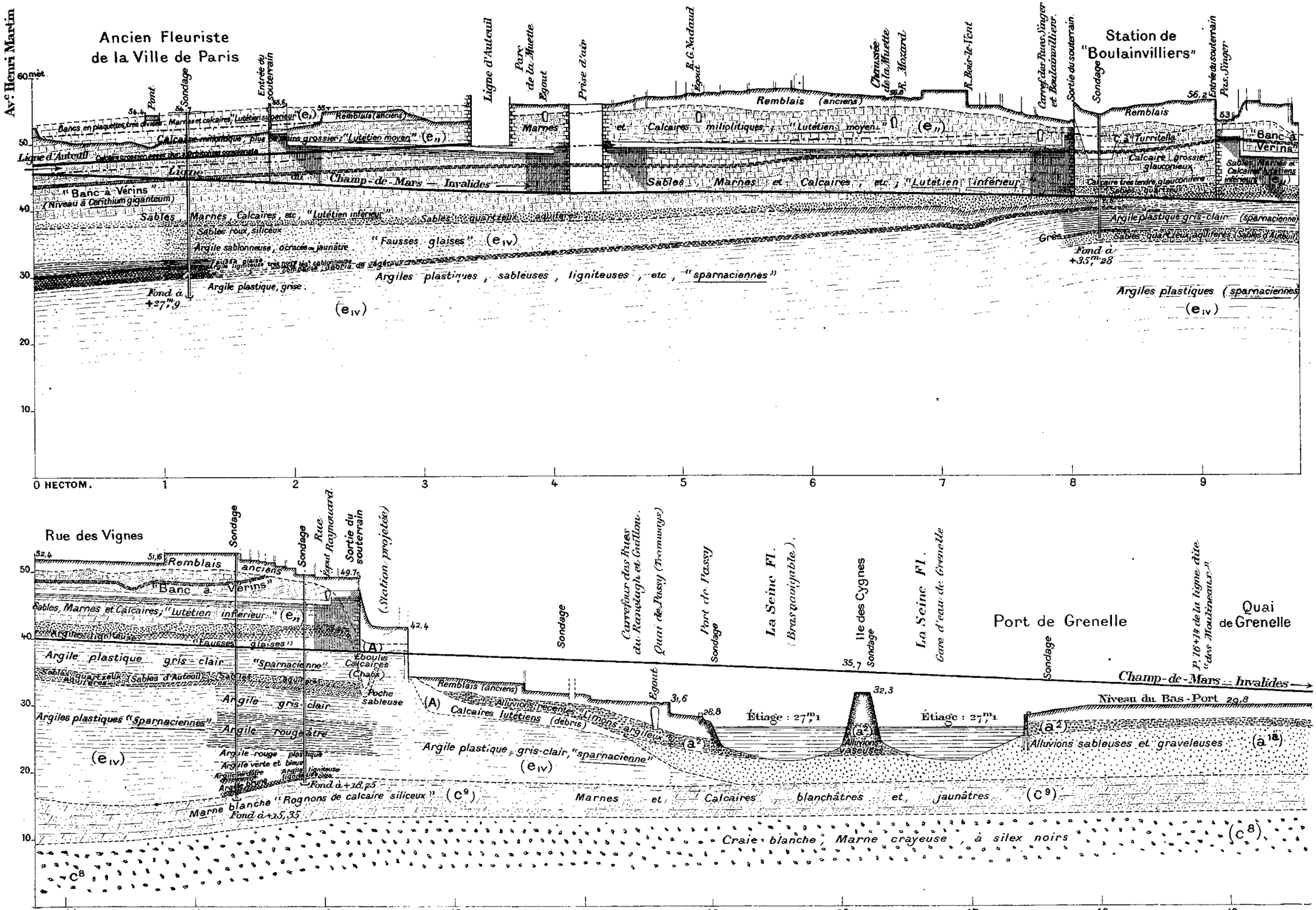
PREMIER VOLUME

Page 86, ligne 17, au lieu de : **achat de bois** ; lire : **achat de bacs.**

— 110, — 12, à partir du bas, au lieu de : **Sorère** ; lire : **Sorèze.**

— 207, — 7 et 8, au lieu de : **astragole** et **astragolus** ; lire : **astragale** et **astragalus.**

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 22932-11-01.



Remblais urbains, Terres rapportées, etc.

Dépôts de pente, Éboulis (A)

Alluvions modernes (Limons fluviaux, etc.) (a²)

Alluvions anciennes (Sables et Graviers) (a¹ᵃ)

Lutétien { Calcaire grossier, supérieur (e,) / Calcaire grossier, moyen et inférieur (e,,) — Banc à Vérins

Sparnacien { Argile plastique, Lignites, Sables (et minéraux accessoires) (e,v) — Sables, Argiles, Lignites

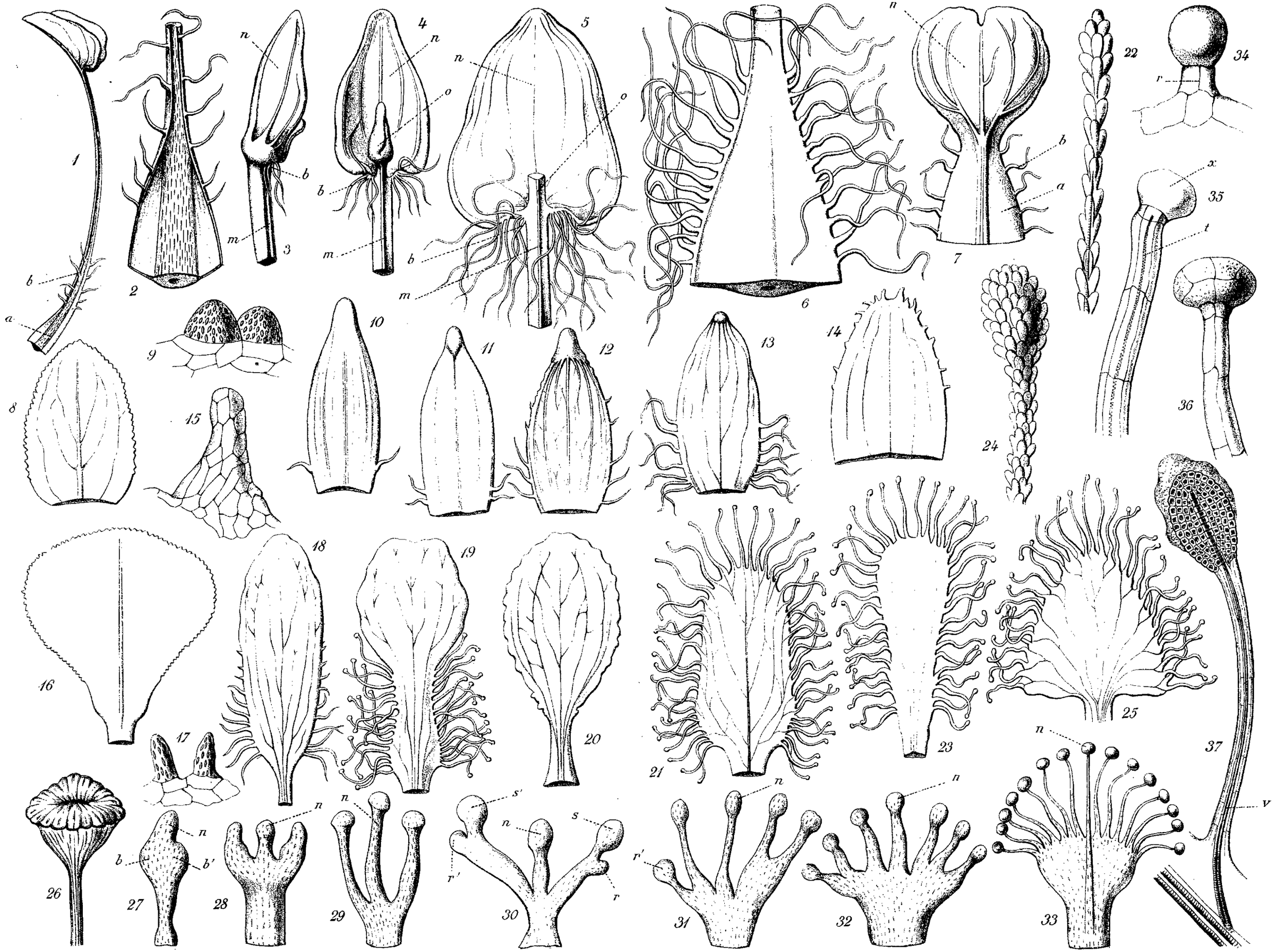
Montien { Marnes et Calcaires, dits "de Meudon" (e,) (c⁹)

Sénonien supr (Aturien) { Craie blanche, supérieure, à Bélemnitelles (c⁸)

E. Morieu, Gr.

G. RAMOND et Aug. DOLLOT. — PROFIL GÉOLOGIQUE DU CHEMIN DE FER DE "COURCELLES AU CHAMP DE MARS"

(Section comprise entre l'Avenue Henri-Martin et la Seine).

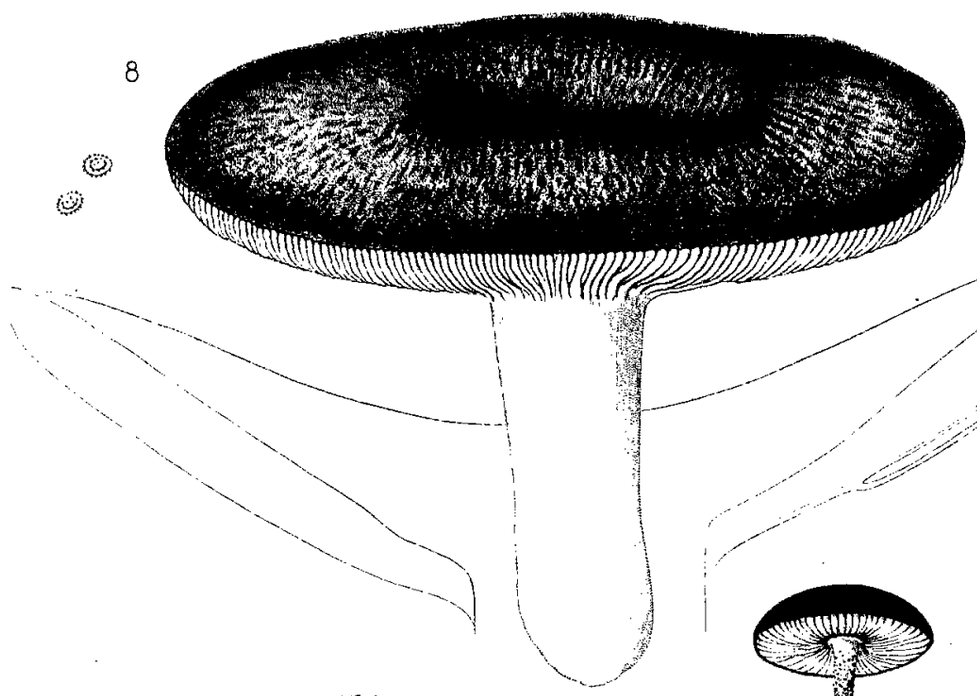


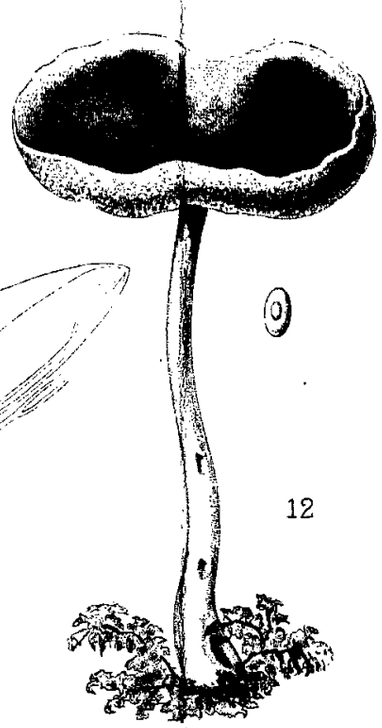
C. Kastner del.

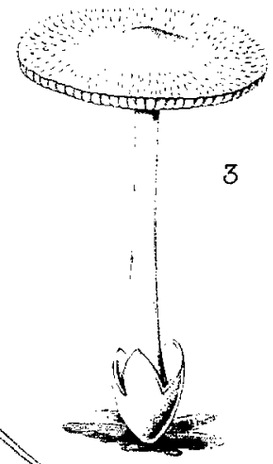
Imp. Lemercier, Paris.

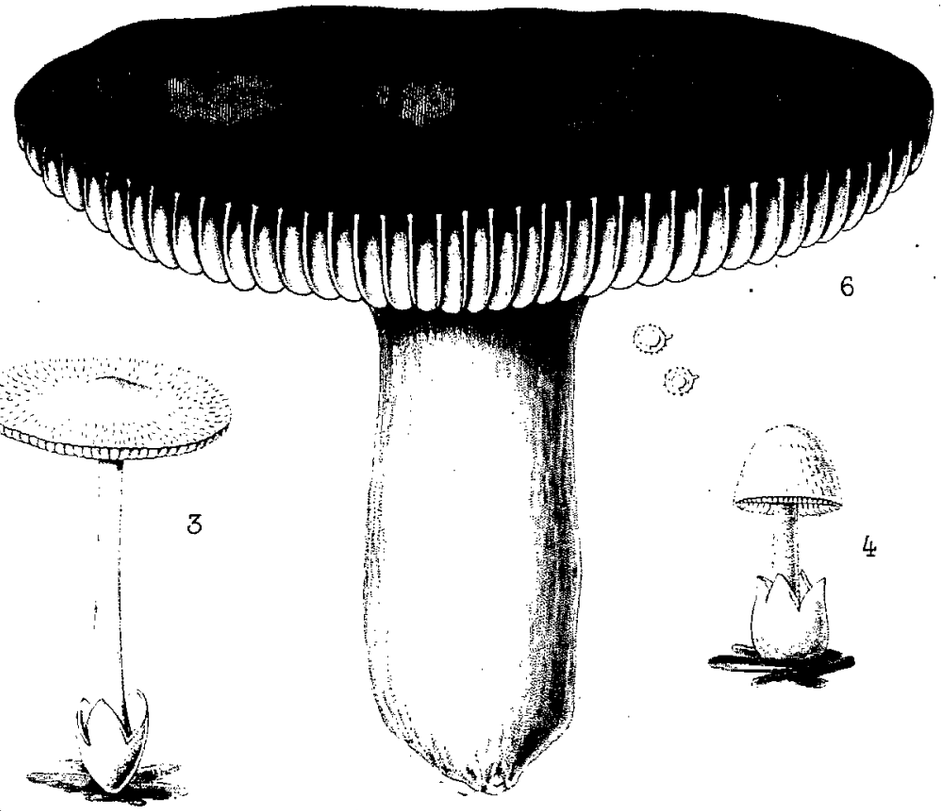
A. Bénard lith.

G. DUTAILLY — Le staminode des Parnassia.


8


12

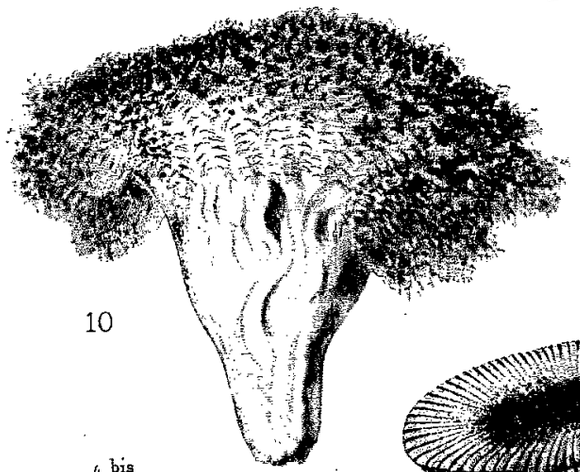

3


6

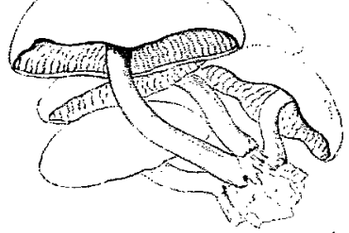
4

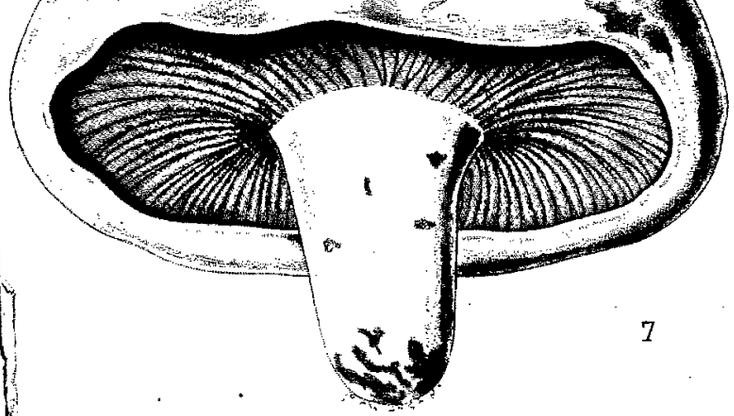

2



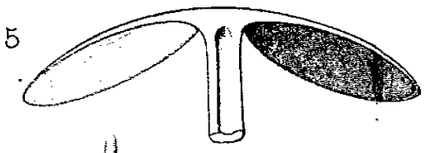

10

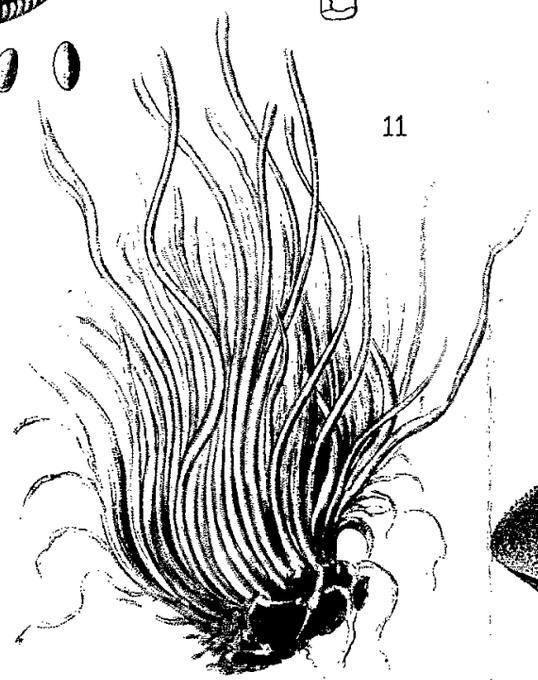

1

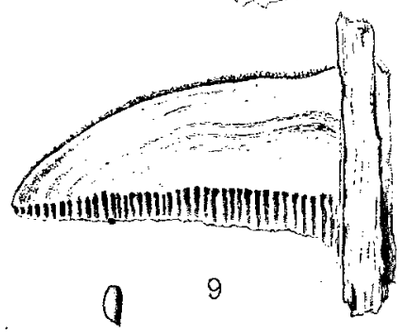


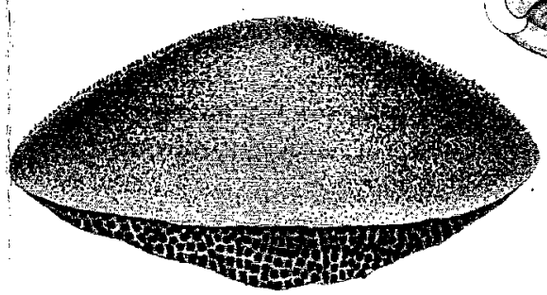

7

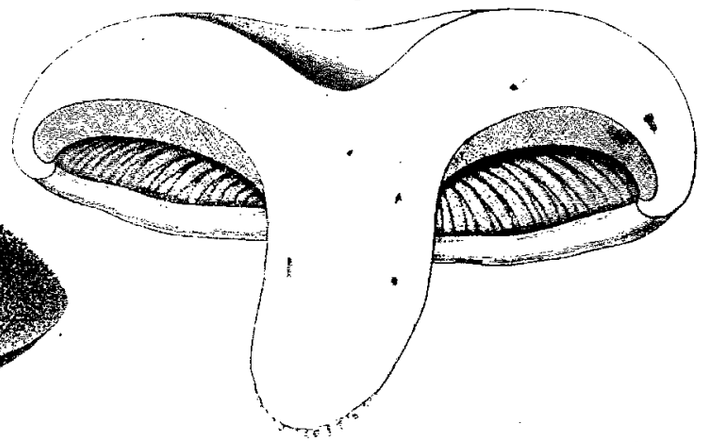

4 bis


5


11


9



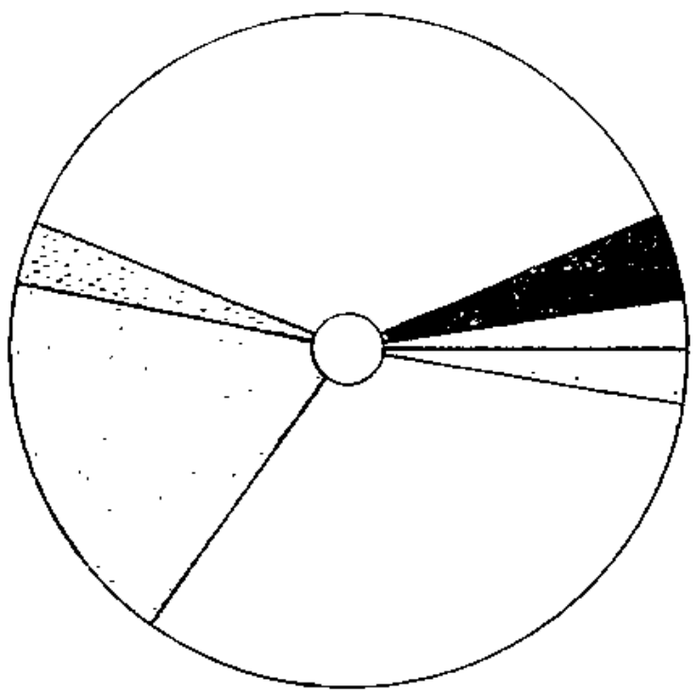


L. Quélet del.

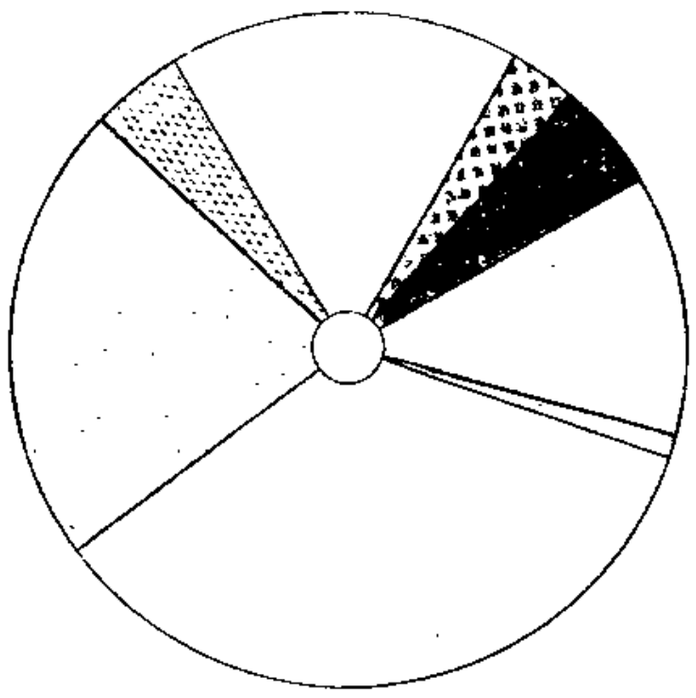
E. Lartaud sc.

L. QUÉLET. — QUELQUES ESPÈCES CRITIQUES OU NOUVELLES DE LA FLORE MYCOLOGIQUE DE LA FRANCE

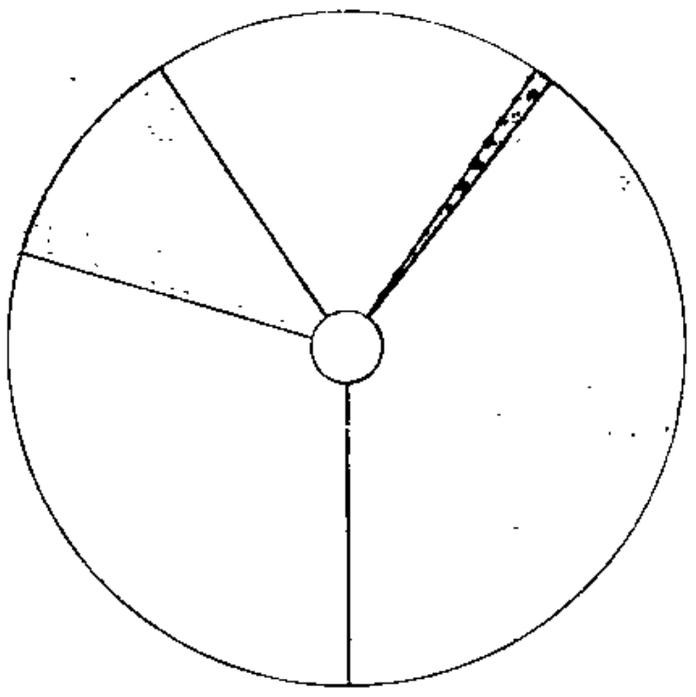
Imp. J. Taneur, Paris



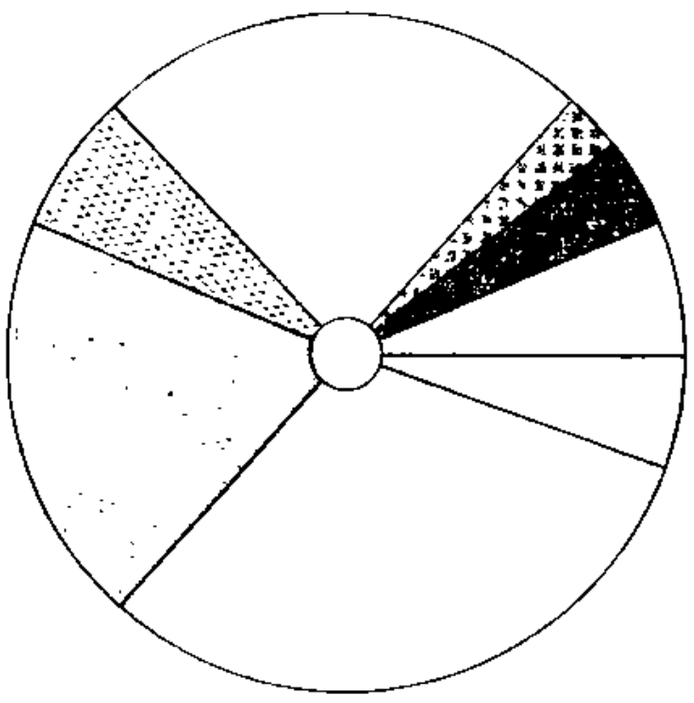
1 _ Dialypétales



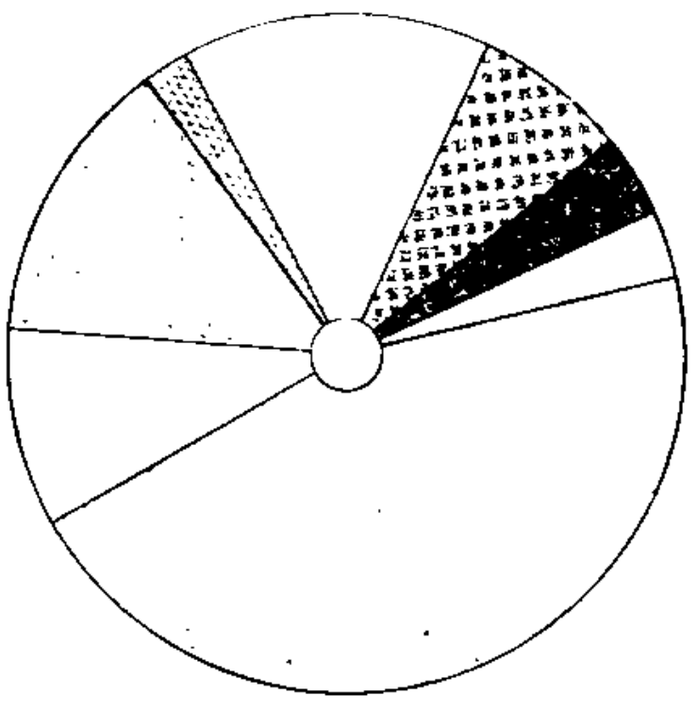
2 _ Gamopétales



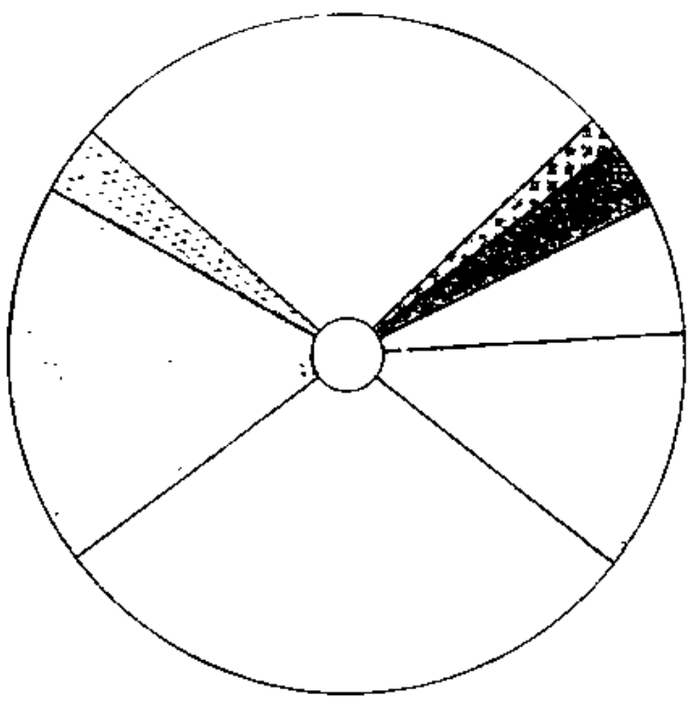
3 _ Apétales



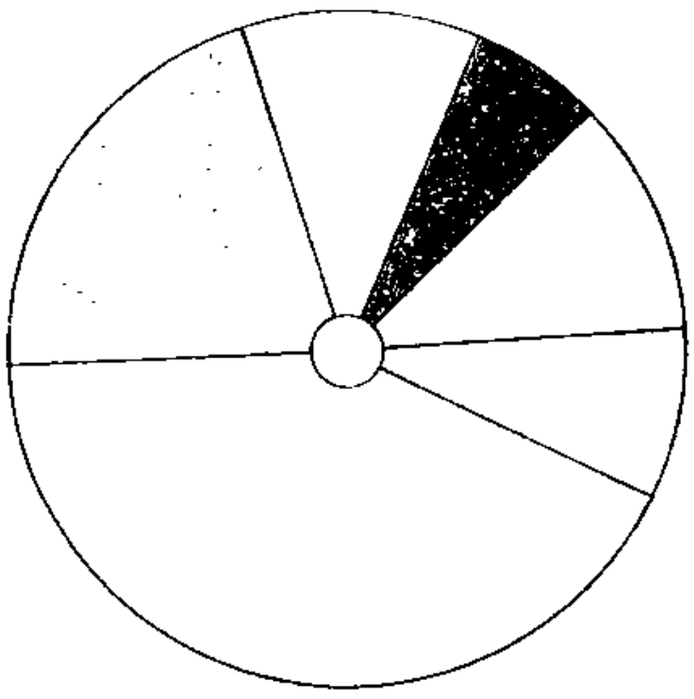
4 _ Dicotylédones



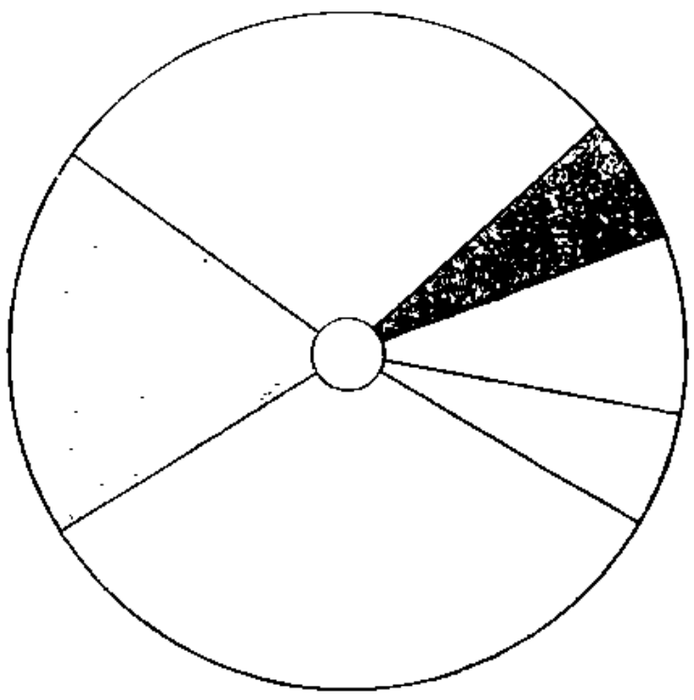
5 _ Monocotylédones



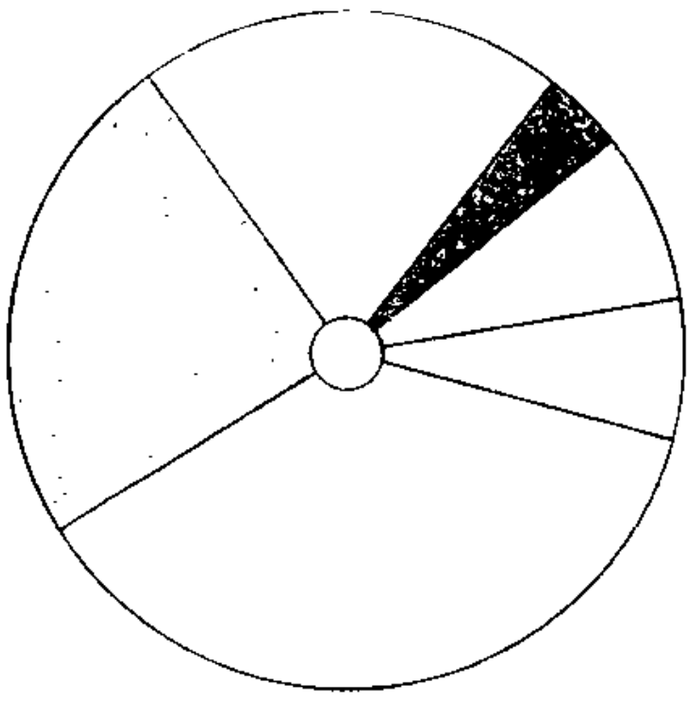
6 _ Total général



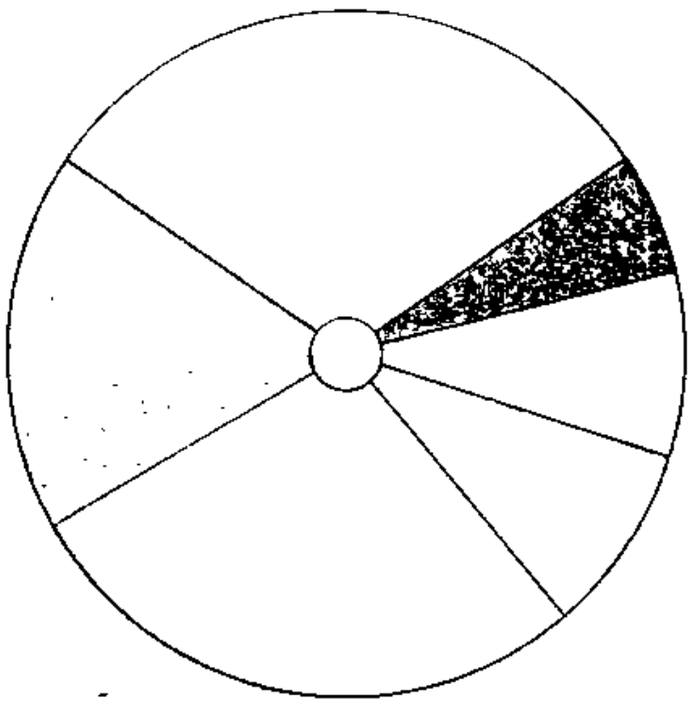
7 _ Près et Champs



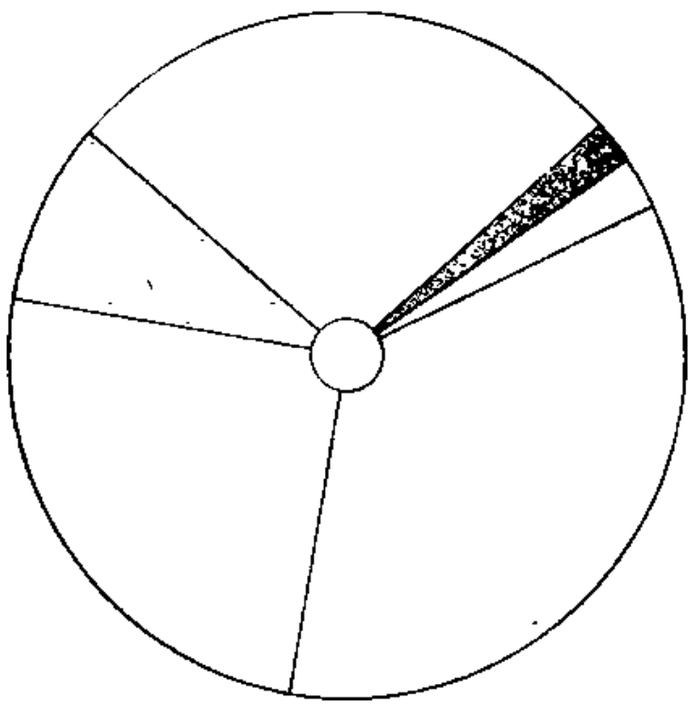
8 _ Montagnes, Rochers, Coteaux



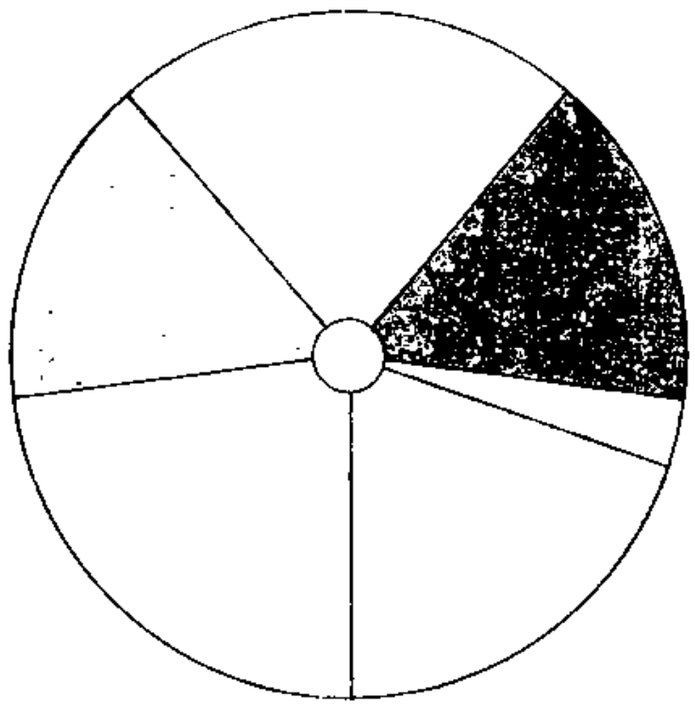
9 _ Endroits incultes



10 _ Bois et Forêts



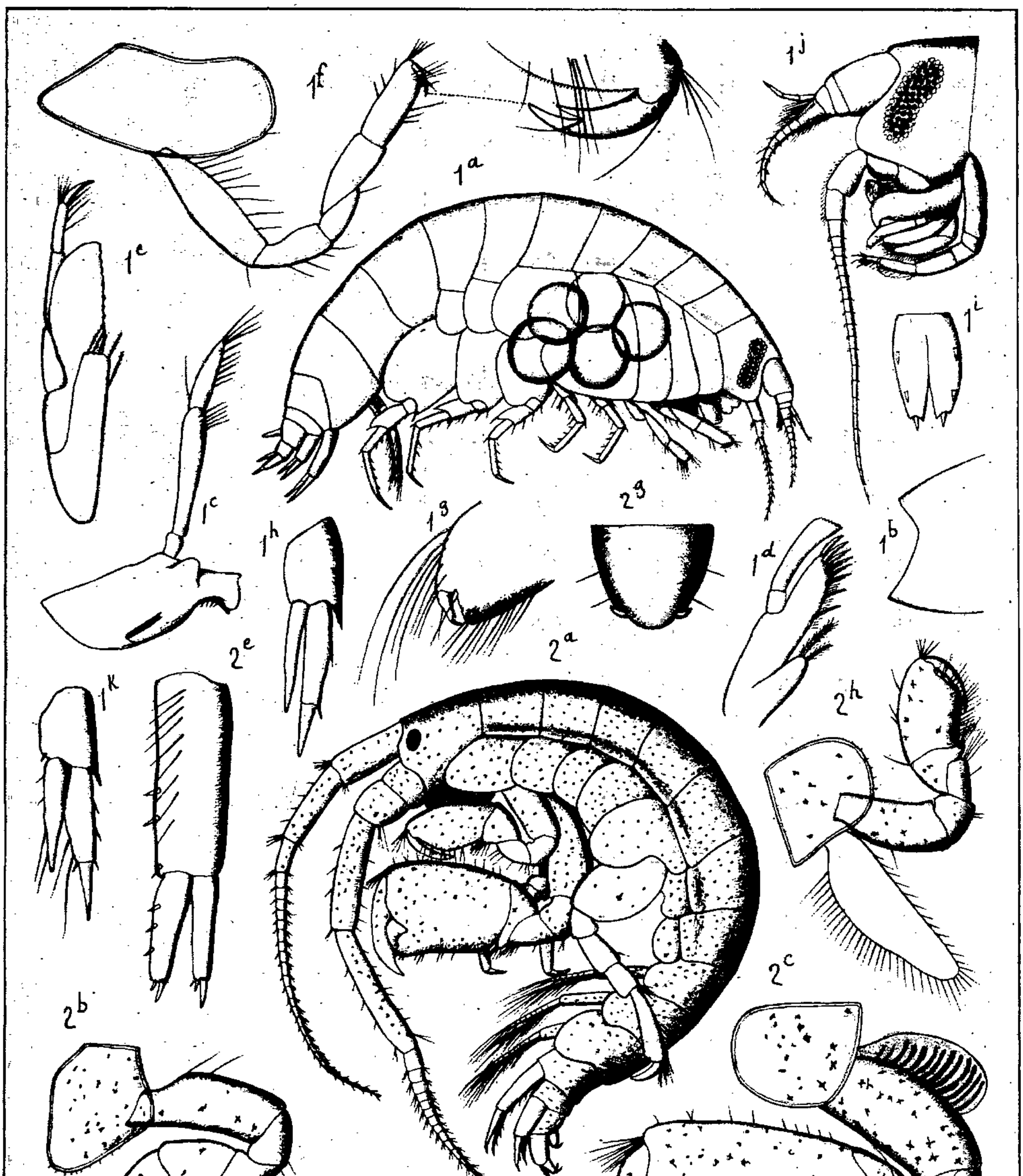
11 _ Endroits humides



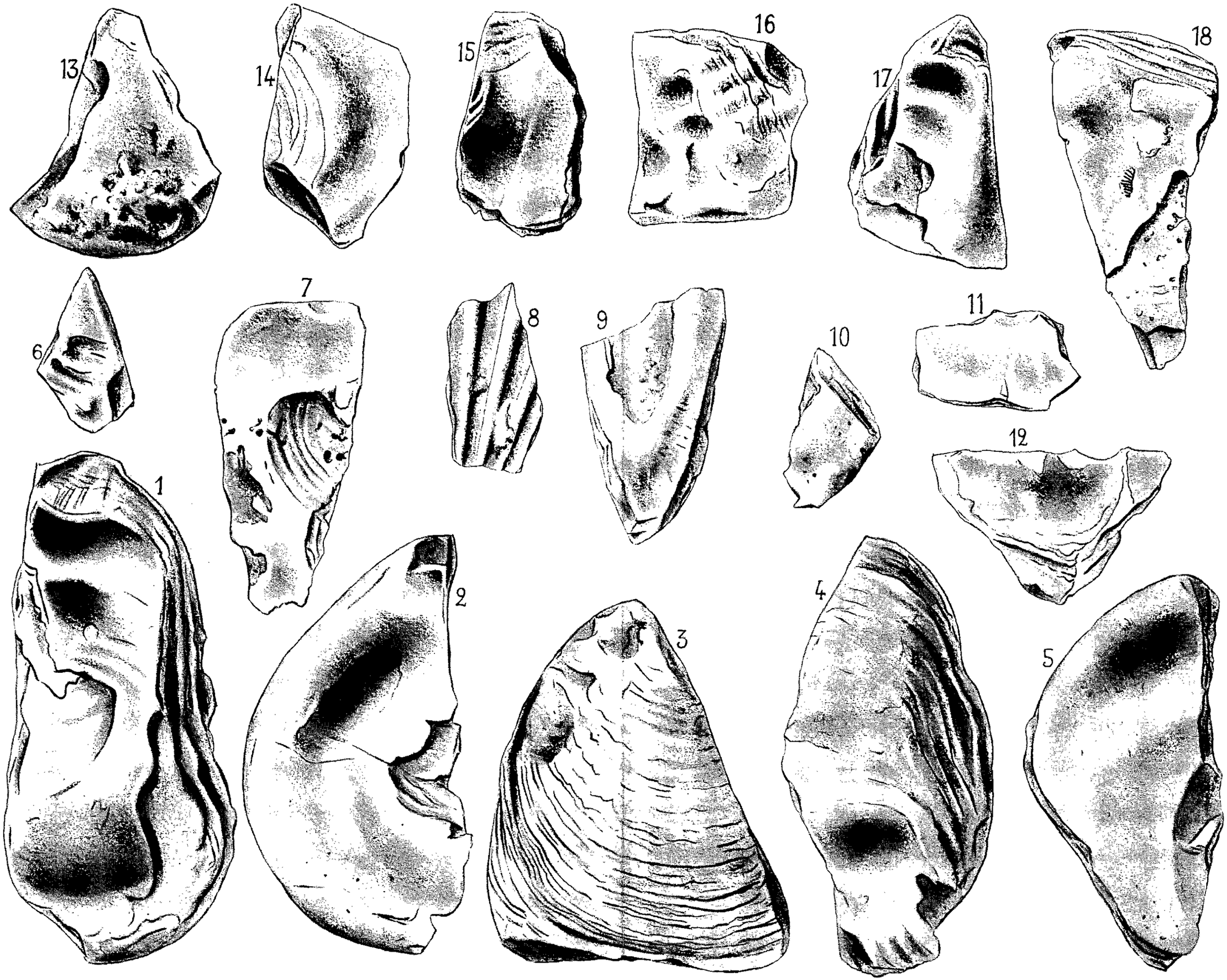
12 _ Bords de la mer

Imp Dufrénoy, Paris.

H. COUPIN. — COULEUR DES FLEURS DE LA FLORE FRANÇAISE.



Paris. — Imp. des Beaux-Arts.



M. Ferrand del.

Paris. — Imp. des Beaux-Arts.

J. B. M. FLAMAND — COQUILLES FOSSILES A TAILLE INTENTIONNELLE